

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques

## **MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme de  
**Master en Sciences Agronomiques**  
**Option Sciences du Sol**

### ***Thème***

**Contribution à l'étude de la stabilité structurale d'un sol de  
vigne après incorporation de couverts végétaux .**

**Présenté par :**

**SADOUN Anis & BERRABIA Houda**

Devant le jury composé de

Mr ARKOUB. M

MAA

Président

Mme MOUAS-BOURBIA.S

Professeure

Examinatrice

Mr MERROUKI.K

MCB

Promoteur

Mme IHOOUT.K

Doctorante

CO Promotrice

Date de soutenance : ... / ... / ...

## **Résumé**

Cette étude a pour but d'évaluer l'impact de l'incorporation des couverts végétaux sur une propriétés physiques d'un sol viticole. Pour cela, nous avons évalué la stabilité structurale sous différents types de couverts végétaux. Ce travail ouvre également des perspectives de recherche pour l'analyse physique des sols et des plantes, favorisant ainsi une fertilisation raisonnée et une viticulture durable.

## **Abstract**

This study aims to evaluate the impact of incorporating cover crops on the physical properties of vineyard soil. To achieve this, we assessed structural stability under different types of cover crops. This work also opens up research perspectives for the physical analysis of soils and plants, thereby promoting rational fertilization and sustainable viticulture.

# Remerciements

*Au terme de ce modeste travail, Nous tenons à remercier tout d'abord **ALLAH** le tout Puissant, de nous avoir accordé la santé, et les moyens pour suivre nos études, et qui nous a donné la volonté et la patience pour réaliser ce travail.*

*Nous remercions chaleureusement **Mr MERROUKI K**, Maître de conférences **classe A** au département d'Agronomie à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, d'avoir accepté de diriger et de s'être impliquée dans notre travail ; nous le remercions pour sa gentillesse, sa disponibilité, son écoute, ses conseils avisés en période de doute et pour sa vision toujours très claire de notre travail.*

*Mes profonds remerciements vont également à ma CO-promotrice **Mme IHOUT K**. qui s'est montrée disponible aux besoins toute ma reconnaissance pour son sens du devoir, son soutien et surtout pour ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion*

*Nous remercions **Mr ARKOUB K**, D'avoir accepté d'assurer la présidence du jury de mon mémoire.*

*Nous remercions **Mme BOURBIA S**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances et chaleureux remerciements à nos familles, ainsi que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, pour leur confiance et leurs conseils.*

## *Dédicace 1*

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux Qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute Notre existence.*

*Je dédie ce modeste travail aux deux bougies qui ont éclairé ma vie.*

*À ma mère qui m'a toujours encouragé à aller de l'avant, pour son amour inestimable, pour sa confiance, ses sacrifices et toutes les bonnes valeurs qu'elle a su m'inculquer ;*

*À celui qui m'a toujours encouragé et qui m'a appris le sens de la vie, à papa Redouane.*

*A ma chère sœur Nadjet qui ma aider toutes au long de mon parcours, notamment dans ce mémoire*

*A mon cher frère Nadir que je l'aime trop.*

*Et mon Mari : Nadjib*

*Qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles....*

*Berrabia Houda*

## Dédicace 2

*Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chères et que j'aime énormément en particulier :*

*Mes chers parents **Ahmed & Nouara** qui m'ont épaulé le long de ma scolarité, leur sacrifice pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'ils m'ont toujours accordé, je vous dis merci pour vos aides et encouragement depuis mon existence. Que dieu vous protège et vous accorde le bonheur, la santé et une longue vie.*

*À ma tante **Zohra** bien-aimée, dont la sagesse, le soutien et l'amour inconditionnel ont été des guides précieux et une source constante de motivation tout au long de mon parcours.*

*À mes trois sœurs adorées, **Farida Thanina & Rania** dont l'amour inconditionnel, le soutien indéfectible, et la complicité ont été des sources de réconfort et de motivation tout au long de ce parcours.*

*À mes chers amis ( **ZOHIR AMAZIGH MOURAD MOHAMMED YANIS & YANIS SAMIR RACHIDE THIZIRI LIZA HANANE** ), dont l'amitié sincère, le soutien constant, et les moments partagés ont été une source inestimable de force et de motivation tout au long de ce parcours.*

*À **Samia Brahimi**, dont l'amour, la compréhension, et le soutien ont été une source de lumière et de force inestimable tout au long de ce voyage. Tu occupes une place spéciale dans mon cœur.*

*À toutes les personnes avec qui j'ai partagé un sourire, que ce soit un ami, un membre de ma famille, un collègue ou un inconnu bienveillant, votre joie de vivre et votre soutien tacite ont illuminé mon chemin tout au long de cette aventure académique.*

*À tous les professeurs qui ont illuminé ma carrière académique, dont la passion, la patience et le dévouement ont été des sources d'inspiration et de guidance inestimables.*

*À toute ma chère famille, dont le soutien inconditionnel, l'amour indéfectible et les encouragements constants ont été les fondations solides sur lesquelles j'ai construit mon parcours académique.*

*À ma chère binôme, HOUDA*

*Je tiens à te remercier pour ta présence, ton soutien indéfectible et ton enthousiasme. Travailler avec toi a été une expérience enrichissante et agréable. Merci pour tous les moments partagés, les rires et les réussites que nous avons célébrées ensemble.*

*À moi-même, pour ma persévérance, ma détermination et ma capacité à surmonter les défis tout au long de ce parcours académique. Ce mémoire est le témoignage de ma résilience et de mon engagement envers mes aspirations.*

*El hamdou LILah*

*Sadoun Anis*

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 1  |
| I.Définition et description.....  | 3  |
| I.1. Le sol.....  | 3  |
| I.2. Les constituants du sol .....  | 3  |
| I.2.1. La phase solide .....  | 3  |
| I.2.2. La phase liquide.....  | 4  |
| I.2.3La phase gazeuse.....  | 4  |
| I.2.Généralité sur la vigne.....  | 6  |
| I.2.1Définition.....  | 6  |
| I.2.2.Exigences climatiques.....  | 6  |
| I.2.3.La lumière .....  | 6  |
| I.2.4. La température.....  | 7  |
| I.2.5. Morphologie.....   | 7  |
| (Viala et Vermorel, 1910 ; Galet, 1993).....                                | 8  |
| I.2.6.Situation de la viticulture en Algérie .....                          | 8  |
| I.2.7. L'impact de la vigne sur le sol.....                                 | 9  |
| I.3.Les couverts végétaux .....   | 10 |
| I.3.1 L'impact des couverts végétaux sur le sol.....                        | 10 |
| I.3.1.a. Rôle de piège à nitrates .....                                     | 10 |
| I.3.1.b. Restitution de la matière organique et des éléments minéraux ..... | 11 |
| I.3.1.c. Amélioration de la structure du sol .....                          | 12 |
| I.3.1.d. Effets supplémentaires des couverts végétaux.....                  | 13 |
| II.1. Présentation de la Zone d'étude .....                                 | 14 |
| Figure 3 : Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou.....           | 14 |
| I.1.1. Localisation de la région d'étude dans la wilaya de Tizi Ouzou ..... | 14 |
| II.2. Milieu abiotique de la zone d'étude.....                              | 16 |
| II.2.1. Le climat de la wilaya de Tizi Ouzou.....                           | 16 |
| II.2.1.1. Les températures :.....   | 16 |
| II.2.1.2. Les précipitations.....   | 17 |
| Figure 7 : précipitations totale annuelle (2018 -2023).....                 | 18 |
| III.1. Les caractéristiques du sol étudié .....                             | 21 |
| III.2. La densité de semis .....  | 21 |

|   |    |
|---|----|
| III.2.1. Calcul de la densité de semis.....                           | 22 |
| III.3.2. Travail du sol.....  | 22 |
| III.4. Parcellisation et semis.....                                   | 22 |
| III.5.1Echantillonnage du sol.....                                    | 26 |
| III.5.2. Stabilité structurale.....                                   | 26 |
| III.6. Préparation des échantillons.....                              | 27 |
| III.6.1. Séchage :.....   | 27 |
| III.6.2. Tamisage : .....   | 27 |
| III.7. Les traitements.....   | 28 |
| III.7.1. Traitement 1 : humectation rapide par immersion.....         | 28 |
| III.7.2. Traitement 2 : test d'humectation lente par capillarité..... | 29 |
| IV.1. Humectation rapide par immersion :.....                         | 33 |
| IV.2Humectation lente par capillarité : .....                         | 34 |
| IV.3. Désagrégation mécanique .....                                   | 34 |
| IV.4. Diamètres moyens pondéré.....                                   | 35 |

## Liste des abbreviations

**USDA:** United States Department of Agriculture.

**DMP :** Diamètre Moyen Pondérale.

**Max :** Maximum.

**Min :** Minimum.

**N :** Nord.

**E :** East.

**pH :** Potentiel Hydrique

**MO :** Matière Organique

**H :** Humidité.

## Liste des figures

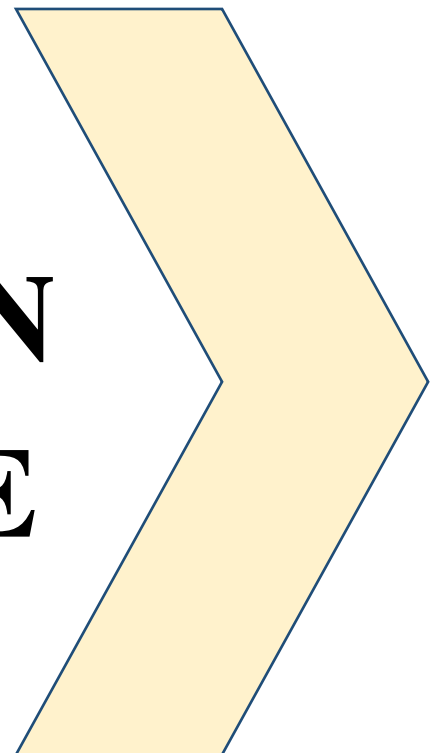
|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1</b> : : Présentation des différents organes de la vigne .....  | 7  |
| <b>Figure 2</b> : Effets principaux de la présence de couverts végétaux et de la pratique du non-labour sur des cultures de sorgho (Frasier et al., 2016)..... | 13 |
| <b>Figure 3</b> : Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou .....  | 14 |
| <b>Figure 4</b> : Localisation de la zone d'étude dans la wilaya de Tizi Ouzou.....  | 15 |
| <b>Figure 5</b> : Localisations de la parcelle étudiée.....  | 15 |
| <b>Figure 6</b> : températures moyenne annuelle (2018_2023).....   | 17 |
| <b>Figure 7</b> : précipitations totale annuelle (2018 -2023).....   | 18 |
| <b>Figure 8</b> : Délimitation de la parcelle avec la chaux. (Originale, 2022).....  | 23 |
| <b>Figure 9</b> : Dispositif expérimentale dressé sur le terrain.....  | 24 |
| <b>Figure 10</b> : Couvert 01 (Orge + féverole) (originale, 2022).....   | 25 |
| <b>Figure 11</b> : Couvert 02 (Triticale+féverole) (originale, 2022).....  | 25 |
| <b>Figure 12</b> : Couvert 03 (Seigle +féverole) (originale, 2022).....  | 26 |
| <b>Figure 13</b> : Echantillonnage du sol pour la stabilité structurale (originale, 2022).....   | 27 |
| <b>Figure 14</b> : Séchage des échantillons à l'air libre au laboratoire.....  | 27 |
| <b>Figure 15</b> : Tamisage des échantillons entre 5 et 3mm.....   | 28 |
| <b>Figure 16</b> : test d'humectation rapide ( originale 2024).....  | 29 |
| <b>Figure 17</b> : Test d'humectation lente par capillarité (Originale, 2024).....   | 30 |
| <b>Figure 18</b> : Désagrégation mécanique par agitation après ré-humectation(Originale,2024)..  | 31 |
| <b>Figure 19</b> : Colonne de tamis ( 2 ;1 ;0,5 ;0,2 ;0,1 ;0,05 mm)(Originale,2024).....   | 32 |
| <b>Figure20</b> : Poids des fractions obtenues après le tamisage(Originale,2024).....  | 32 |
| <b>Figure 21</b> : traitement d'humectation rapide par immersion dans les 3 types des couverts végétaux implantés. ....  | 33 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 22</b> : traitement d'humectation lente par capillarité dans les 3 couverts végétales implantés.....                          | 34 |
| <b>Figure 23</b> : Traitement de désagrégation mécanique par agitation après réhumectation dans les 3 couverts végétales implantés..... | 35 |
| <b>Figure 24</b> : Diamètres moyens pondéré des trois traitements sous différents couverts  |    |
| D'après les résultats d'analyse de la stabilité structurale et le calcul du DMP on classe la parcelle étudiée comme suit.....           | 35 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1 :</b> Principaux constituants du sol.....   | 5  |
| <b>Tableau 2 :</b> Représentation de la production vitivinicole en Algérie en 2012<br>enregistrée pour la période 2018-2023.....   | 8  |
| <b>Tableau 3 :</b> : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée<br>pour la période 2018-2023 ..... | 16 |
| <b>Tableau 4 :</b> Précipitations annuelle de la wilaya de Tizi Ouzou dans la période<br>2018_2023...18                            |    |
| <b>Tableau 5 :</b> Caractéristiques du sol étudié.....   | 21 |
| <b>Tableau 6 :</b> : Doses de semis des différents couverts.....   | 22 |
| <b>Tableau 7 :</b> Classification de la stabilité structurale de la parcelle étudiée.....  | 36 |

# **INTRODUCTION GENERALE**





## Introduction générale

### Introduction

La science du sol, également appelée pédologie, est un domaine qui rassemble l'ensemble des connaissances méthodologiques et phénoménologiques concernant les sols. Elle comprend des connaissances fondamentales telles que la minéralogie, la morphologie, la physique, la chimie et la biologie des sols, ainsi que des connaissances intégratives relatives aux processus de fonctionnement des sols. **(Calvet, 2003).**

Le sol est un milieu vivant beaucoup plus complexe que l'air ou l'eau. Il contient des composés minéraux et organiques dont l'existence et l'état actuel résultent de l'évolution au cours du temps d'un matériau parental (organique ou minéral) sous l'action combinée de facteurs climatiques et de l'activité biologique **(Baize & Jabiol, 1995)**.

Les systèmes de cultures viticoles ont connu une évolution profonde ces trente dernières années : agrandissement des exploitations, mécanisation intensive de certaines opérations, large utilisation des produits phytosanitaires, changement et diversification du matériel végétal. Cette évolution s'accompagne de dégradations affectant les sols de façon diverses. **(Citeau et al., 2008).**

L'entretien des sols est un élément important dans la mise en œuvre d'une viticulture durable. L'implantation d'un couvert végétal inter-rang ou couvert intercalaire est une pratique qui connaît un développement important depuis plusieurs années. Elle permet de répondre à différents objectifs environnementaux comme la réduction d'emploi des herbicides ; amélioration des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol ; limitation des phénomènes de ruissellement et d'érosion, en viticulture les couverts intercalaires sont cultivés non pour être récoltés mais pour fournir des éléments nutritifs à la vigne, ils sont mis en œuvre dans de nombreux systèmes de culture (grandes cultures ; maraichage) ; c'est une technique susceptible d'avoir de nombreux effets bénéfiques sur le sol. **(Gontier, 2013).**

## **Introduction générale**

Notre travail de recherche entre dans cette thématique et qui a pour objectif d'étudier l'effet à court terme de l'incorporation des couverts végétaux sur une propriétés physiques du sol ; la stabilité structurale , pour cela nous avons subdivisé ce travail en quatre chapitres :

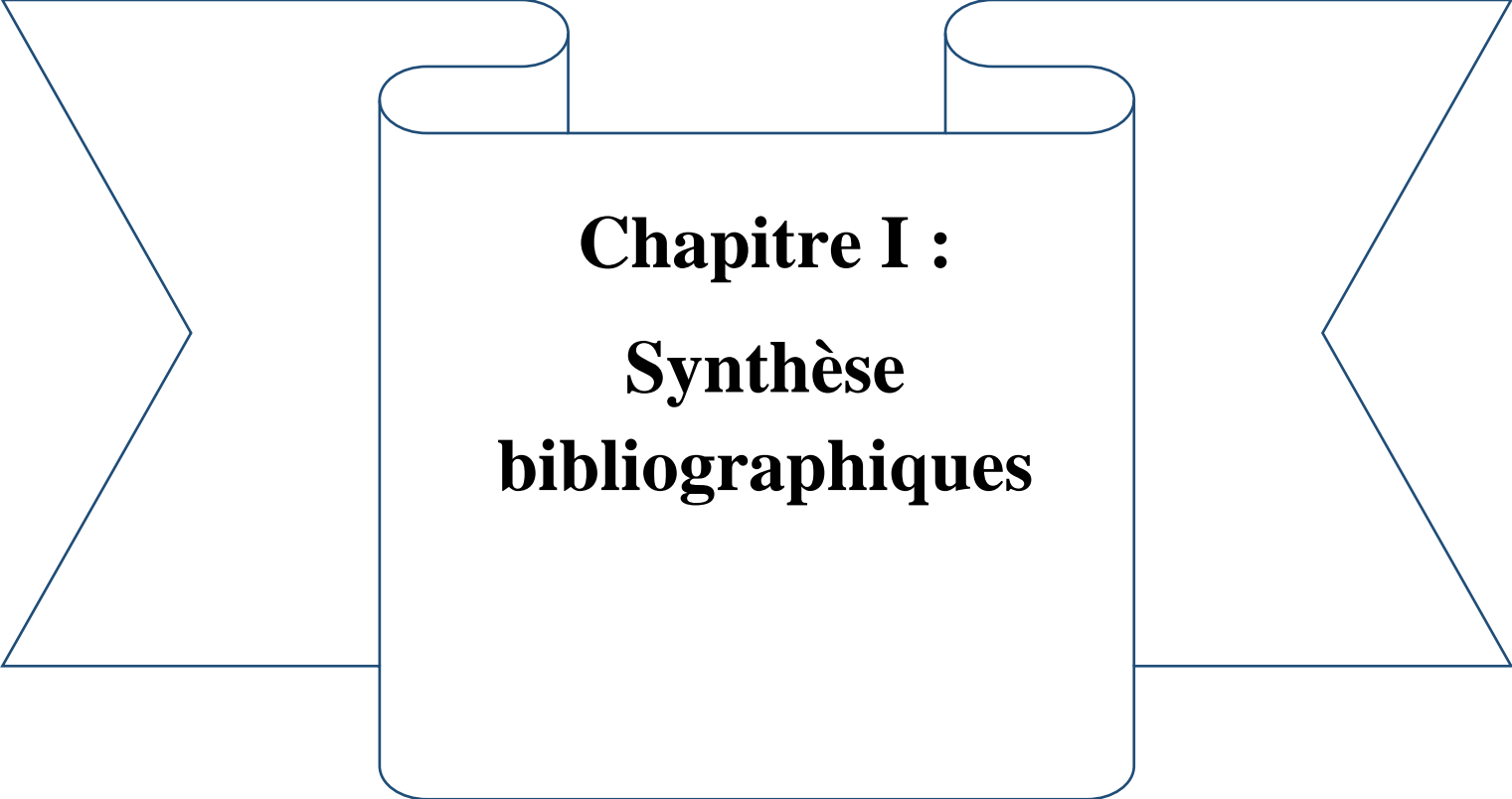
**Chapitre I :** sera consacré à la présentation d'une revue bibliographique sur le sol et ces composants et l'impact du travail du sol sur certaines de ces caractéristiques physiques.

**Chapitre II :** c'est une présentation générale de la région d'étude.

**Chapitre III :** dans ce chapitre nous avons présenté le dispositif expérimental ainsi que les méthodes d'analyse physique du sol, et les différentes traitements effectuées pour le sol.

**Chapitre IV :** nous avons présenté l'ensemble des résultats mesurés et leurs interprétations, on termine ainsi par une conclusion générale qui va clôturer notre travail.

## **Introduction générale**



**Chapitre I :**  
**Synthèse**  
**bibliographiques**

## I. Définition et description

### I.1. Le sol

Sol, élément essentiel des biotopes continentaux, est une formation de la surface. La pédosphère, leur ensemble, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. (Manneville et al, 1999).

La formation des sols résulte d'un processus complexe où les roches-mères sont transformées par l'effet combiné des facteurs climatiques et biotiques, notamment la flore et la faune du sol. Initialement, les facteurs climatiques entraînent une désagrégation physique, suivie ultérieurement par la fracturation du substratum rocheux provoquée par les racines des végétaux.

Le sol, considéré comme un réacteur biogéochimique interactif et un constituant multiphasique, subit un processus de décomposition chimique induit par le lessivage des eaux d'infiltration chargées de substances dissoutes. Ce processus conduit à l'élaboration d'un mélange intime de matières minérales et organiques. Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre, de structure meuble et d'épaisseur variable, plus ou moins colorée par l'humus. Il résulte de la transformation lente et progressive de la roche-mère sous-jacente, sous l'influence de facteurs physiques, chimiques et biologiques. (Manneville et al, 1999).

### I.2. Les constituants du sol

Selon **Buttler (1992)**, un volume de sol est constitué d'éléments solides, liquides et gazeux :

#### I.2.1. La phase solide

Elle comporte des éléments minéraux et organiques :

Les éléments minéraux proviennent directement de la désagrégation mécanique et de la décomposition chimique des roches du substratum, ainsi que des matériaux apportés tels que les alluvions, les colluvions et les dépôts éoliens. On distingue ainsi les sables (2 mm-50 um), les limons (50 um-20 um) et les argiles (< 2 um) : (Rolland, 1988).

La structure du sol est définie par la manière dont les particules qui le composent sont agencées, tandis que sa texture est déterminée par les proportions de ces particules.

La majeure partie de la masse organique du sol est constituée par les éléments organiques, principalement composés de débris provenant d'êtres vivants. Ces débris incluent des restes animaux tels que les détritiques et la cire, ainsi que des débris végétaux tels que les feuilles, les branches et les racines d'arbres.

## I.2.2. La phase liquide

Selon **Rolland (1988)**, le volume du sol remplit partiellement ou totalement les espaces libres (pores) entre les particules solides. Il est composé d'eau ainsi que de substances minérales ou organiques solubles dans l'eau. La présence d'eau dans le sol revêt une importance fondamentale pour diverses raisons.

- L'eau est l'élément essentiel à la fertilité du sol, car sa présence permet des réactions chimiques entre les différents constituants du sol, favorisant la formation de nouvelles molécules, qu'elles soient minérales ou organiques.
- L'eau est le seul solvant présent dans le sol, et elle est également le seul moyen de transport des substances diverses. Seul le mouvement de l'eau permet la translocation des substances, qu'elles soient dissoutes ou en suspension.

## I.2.3 La phase gazeuse

La phase gazeuse du sol, composée de gaz tels que la vapeur d'eau, l'oxygène (O<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et l'azote (N), occupe les espaces libres entre les particules solides qui ne sont pas remplis par la phase liquide. Ces gaz proviennent de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques ainsi que des apports anthropiques, comme indiqué dans le **tableau n°01**.

Au fur et à mesure que l'on avance vers des niveaux d'organisation supérieurs, les constituants du sol se regroupent en agrégats. (**Rolland, 1988**).

Tableau N°1 : Principaux constituants du sol (Buttler, 1992)

|                               | Constituants solides   |  | Constituants liquides (solution du sol)   | Constituants gazeux (atmosphère du sol)   |
|-------------------------------|--|--|---|---|
|                               | Minéraux   | Organiques   |   |   |
| <b>Origine</b>                | Désagrégation physique et altération biochimique des roches  | Décomposition des êtres vivants  | Précipitation, nappes, ruissellement  | Air hors sol, matières en décomposition, respiration  |
| <b>Critères de classement</b> | Taille (granulométrie)<br>Qualité (minéralogie)  | Etat (vivants, morts)<br>Qualité chimique (originelle, transformée)  | Origine (météorique, phréatique)<br>Etat physique (Potentiel hydrique)<br>Qualité chimique      | Origine (air, organismes)<br>Qualité chimique   |
| <b>Catégories</b>             | Selon granulométrie<br>- Squelette (>2mm)<br>-Terre fine (<2mm)<br>Selon minéralogie :<br>-Quartz<br>-Minéraux silicatés<br>-Minéraux carbonatés | - Organismes vivants<br>- Organismes morts<br>-Matières organiques héritées : cellulose, lignine<br>résines. - Matières organiques -Humifiées : acides fulviques et humiques, humines. | - Eau -Substances dissoutes : glucide, alcools, acides organiques et minéraux - Cation et anion | Gaz de l'air, N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub><br>- Gaz issus de la respiration et de la décomposition des organismes : CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> ... |

## I.2.Généralité sur la vigne

### I.2.1Définition

La vigne est une plante sarmenteuse et vivace qui peut vivre plusieurs dizaines d'années dans des conditions normales de culture (**Galet, 1993**). Cette plante possède des graines (spermatophyte), est ligneuse et grimpante grâce à ses vrilles. Elle appartient à la classe des dicotylédones (Ampéolidacées) (**Mario, 1996**), à la famille des Vitacées, et à l'ordre des Rhamnales, qui est divisé en neuf genres, dont le genre *Vitis*. Ce dernier se subdivise en deux sous-genres : *Muscadinia* et *Euvitis* (les vraies vignes).

La quasi-totalité des vignes cultivées fait partie des *Euvitis* qui se divisent en trois groupes : eurasiatique (ne comprend qu'une seule espèce (*Vitisvinifera*)).

### I.2.2.Exigences climatiques

Selon (**Briche, 2011**) pour se développer, la vigne a besoin d'un climat favorable avec notamment des exigences quant au rayonnement solaire, à la température et également à l'eau

### I.2.3.La lumière

Selon (**Gallet, 2000**), la vigne est une plante héliophile qui nécessite des climats lumineux, car ses fleurs nouent mal à l'ombre ou par temps brumeux. Ainsi, les années de grande insolation produisent des raisins sucrés et peu acides, et inversement. Cependant, les excès de lumière et de chaleur dans les pays méditerranéens nuisent à la qualité des produits, en donnant des raisins insuffisamment acides. D'après (**Simon et al. 1992**), la vigne est une plante de jour long, nécessitant un ensoleillement de 1500 à 1600 heures par an.

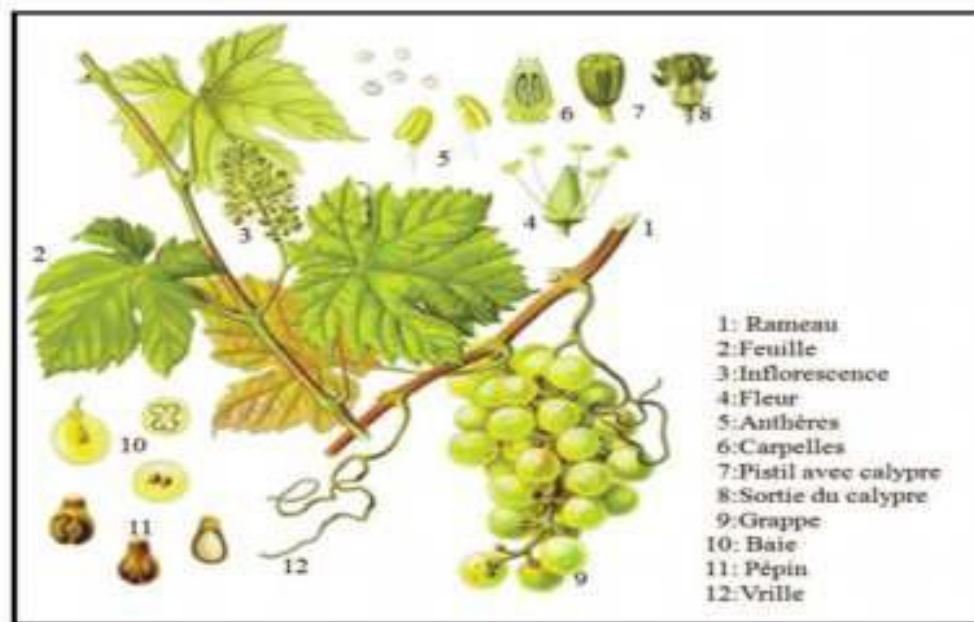
## I.2.4. La température

La température joue un rôle primordial dans le développement de la vigne. En effet, celui-ci est limité par des seuils thermiques à différents stades du cycle végétatif, notamment d'avril à septembre, période pendant laquelle la vigne est active (**Briche, 2011**).

Dès la sortie de dormance, au moment du débourrement, seules les températures dites actives sont prises en compte. Sont considérées comme « actives » les températures supérieures ou égales à 10°C, ce qui est considéré comme le zéro de végétation (**Huglin, 1986; Galet, 2000; Briche, 2011**).

## I.2.5. Morphologie

La vigne est une plante pérenne à port grimpant, présentant plusieurs formes morphologiques (fruits, fleurs, feuilles, rameaux) (Fig. 1) (**Viala et Vermorel, 1910; Galet, 1993**). Les rameaux ligneux, appelés sarments, taillés en hiver, peuvent atteindre de très grandes longueurs dans la nature, allant jusqu'à 3 mètres, et se fixent grâce aux vrilles dont ils sont pourvus (**Carbonneau et al., 2007**). Les feuilles ont une distribution alternée, sont pétiolées avec cinq nervures palmées, possèdent un sinus pétiolaire et sont plus ou moins découpées, constituées d'un ou plusieurs lobes plus ou moins découpés. Les fleurs, petites et de couleur verte, ont cinq pétales et forment des inflorescences en grappe (**Viala et Vermorel, 1910; Galet, 1993**). Les fruits mûrs sont des baies de forme et de couleur variables : blancs, jaunâtres, violets ou noirs, et presque toujours noirs à l'état sauvage (**Carbonneau et al., 2007**).



**Figure 1** : Présentation des différents organes de la vigne

(Viala et Vermorel, 1910 ; Galet, 1993).

#### **I.2.6. Situation de la viticulture en Algérie**

En Algérie, la viticulture occupe une superficie de 99 432 hectares, représentant 12 % de la surface agricole utile (SAU) occupée par les plantations. Elle constitue la quatrième culture pérenne en termes de surface et représente le deuxième poste à l'exportation (Gaffarel, 2004; Saraoui, 2006; Birebent, 2007).

Compte tenu du climat, du terroir disponible et de l'expérience agricole acquise par la profession, la viticulture a sa place en Algérie, notamment dans de nombreuses zones du centre et de l'ouest du pays.

Les productions en 2012 et les moyennes des productions sur les dix années précédentes sont présentées dans le tableau (**Tableau N°2**). La plus importante production viticole est réalisée dans la région centre (75 %), environ 25 % à l'ouest, et elle est très faible à l'est du pays. Les vignobles en production sont relativement âgés, et la conduite se fait généralement de manière extensive (Toumi, 2006).

**Tableau N°2** : Représentation de la production vitivinicole en Algérie en 2012 (Anonyme, 2012)

| An<br>Produit (cantal) | 2012      | Moyenne sur 10 ans (2002-2012) |
|------------------------|-----------|--------------------------------|
| Raisins de table       | 5.174.536 | 4.320.558                      |
| Raisins de cuve        | 785.430   | 545.693                        |
| Raisins secs           | 4.2615    | 3.540                          |
| Production de vin (hi) | 149.710   | 242.385                        |

### I.2.7. L'impact de la vigne sur le sol

Actuellement, la viticulture algérienne fait face à plusieurs problématiques. Certaines sont liées au changement climatique, avec notamment des sécheresses et des canicules de plus en plus fréquentes. D'autres sont liées à la dégradation de la qualité des sols.

Les sols viticoles sont sensibles à l'érosion éolienne et hydrique, d'autant plus qu'ils sont peu profonds et souvent sur de fortes pentes (**Metay et al., 2018; Le Bissonnais et Andrieux, 2006a; Biddoccu et al., 2020**). Les taux d'érosion des vignobles figurent parmi les plus élevés parmi les sols agricoles, pouvant atteindre de 20 à 90 tonnes de sol perdu par hectare et par an, variant selon la géomorphologie de la parcelle et le climat (**Ruiz-Colmenero et al., 2011; Abad et al., 2021a**). Par exemple, les pluies intenses favorisent le ruissellement, l'érosion (**Garcia et al., 2018**), ainsi que la formation de ravines et de coulées de boue. Une fermeture progressive des sols viticoles est également observée, avec la formation de croûtes de battance, le tassement et la compaction dus aux passages des engins agricoles dans les inter-rangs (**Le Bissonnais et Andrieux, 2006a; Coll et al., 2011**).

Dans les vignobles, la fertilité des sols est également menacée. L'érosion favorise les pertes de matière organique (MO) à des taux dépassant souvent les 21 g C.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>, ainsi que la diminution des taux de nutriments (**Ruiz-Colmenero et al., 2011**). Cette perte de fertilité n'est pas forcément compensée par un apport d'engrais, car les vigneron cherchent à éviter un développement végétatif abondant pour ne pas concurrencer la maturation des baies (**Garcia et al., 2020**) et pour limiter l'apparition de maladies (**Rousseau et al., 2003; Valdés-Gómez et al., 2011**). De plus, l'accumulation de métaux, dont le cuivre, et de polluants organiques dans le sol (**Coll et al., 2011**), ainsi que l'application fréquente de pesticides lors des traitements phytosanitaires, détruisent la faune et les microorganismes décomposeurs, menaçant ainsi les processus d'incorporation de matière organique et donc la fertilité du sol (**Diaconu et al., 2017**).

La diminution de la qualité des sols viticoles entraîne des pollutions en aval. Le lessivage des particules de terre augmente la turbidité de l'eau (**Le Bissonnais et Andrieux,**

**2006b**), tandis que la lixiviation des nitrates, favorisée en l'absence de couverture des interrangs en automne et en hiver, pollue les eaux souterraines et de surface (**Justes, 2017**). De plus, les pesticides utilisés entraînent également une pollution des eaux, aggravée par le caractère permanent de nombreuses molécules, dont certaines sont toxiques pour l'Homme et les animaux (**Diaconu et al., 2017**).

Il est essentiel de conserver voire d'améliorer la qualité des sols, car ils constituent le support de culture et de passage des tracteurs, notamment pour les traitements phytosanitaires. Une bonne structure est nécessaire pour assurer le ressuyage et la portance (**Metay et al., 2018**). De plus, les sols jouent un rôle crucial dans la notion de terroir, qui influe grandement sur la fabrication du vin (**Coll et al., 2011; Van Leeuwen et al., 2018**) et contribue à la différenciation des nombreuses appellations.

La viticulture biologique peut constituer une solution aux défis liés à la qualité des sols. En effet, le cahier des charges biologique intègre la gestion des sols dans plusieurs de ses articles, ce qui impacte de nombreuses opérations techniques dans les vignobles. De plus, une part significative des sols viticoles français est concernée, car les surfaces viticoles certifiées bio ou en conversion représentaient 14 % du vignoble français en 2019, soit 112 507 hectares (**FNAB, 2021**).

### **I.3. Les couverts végétaux**

Les couverts végétaux sont un moyen efficace et naturel de préserver le sol et sa fertilité. Ils présentent ainsi un grand nombre d'avantages, mais également certaines difficultés. Le choix des espèces qui composent le couvert, leur mise en place ou encore leur destruction doivent dès lors être étudiés en profondeur afin d'en tirer le meilleur profit

#### **I.3.1 L'impact des couverts végétaux sur le sol**

##### **I.3.1.a. Rôle de piège à nitrates**

Depuis le début des années 1990, la fonction de piège à nitrates des couverts végétaux est devenue d'une importance capitale. En 1991, en Région Wallonne, l'implantation de couverts végétaux en interculture a été imposée afin de capter les reliquats d'azote après récolte (**Portail Wallonie, 2014**). Ces couverts végétaux, appelés ici CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrates), ont émergé comme une réponse à la sur fertilisation minérale ou organique, ainsi qu'à la minéralisation excessive de la matière organique des sols, favorisée

par l'intensification du travail du sol, qui sont responsables du lessivage des nitrates dans les eaux de surface et les nappes phréatiques. Cette dégradation de la qualité des eaux est devenue un sujet de préoccupation général. Initialement, les légumineuses ont été mises de côté, car elles ont la faculté de transformer l'azote de l'air en azote organique du sol, allant à l'encontre de l'objectif recherché. Les espèces principalement semées dans ces couverts végétaux sont la moutarde, la phacélie, le ray-grass, l'avoine ou encore le seigle (**Archambeaud et al., 2016; Destain et al., 2010; Gitton, 2011**).

### **I.3.1.b. Restitution de la matière organique et des éléments minéraux**

Les couverts végétaux favorisent un enrichissement du sol en matière organique grâce à l'augmentation de la production annuelle de biomasse et à sa restitution dans le sol. Les plantes constituant les couverts absorbent des éléments du sol qui, associés dans des chaînes carbonées plus ou moins longues (lignine, cellulose), sont ensuite digérés par l'activité biologique du sol avant d'être répartis dans les différents compartiments organiques du sol. Ces éléments ne sont donc pas directement assimilables par les plantes des cultures suivantes. La mise à disposition des éléments nutritifs est réalisée de manière continue par les organismes décomposeurs et minéralisateurs du sol, qui se nourrissent de la biomasse morte. Les vitesses de restitution de ces éléments varient en fonction de nombreux facteurs. Tout d'abord, un sol comportant un taux de matière organique élevé ainsi qu'une activité biologique conséquente libérera plus facilement les éléments minéraux. Un sol affaibli par un travail du sol conséquent, donc mal structuré et avec une activité biologique affaiblie, nécessitera un certain temps d'adaptation avant de retrouver sa performance. Le facteur climatique ne doit pas être négligé non plus. Un temps chaud et humide est indispensable à une bonne minéralisation. Enfin, plus la matière organique sera décomposée rapidement, plus vite les éléments minéraux qu'elle renferme seront disponibles (C/N élevé) (**Archambeaud et al., 2016; Frasier et al., 2016; Gitton, 2011**).

Le rapport carbone/azote (C/N) est souvent utilisé pour caractériser la biomasse végétale, car il varie d'une espèce à l'autre et augmente avec l'âge de la plante. Un couvert laissé trop longtemps sur la parcelle devient ligneux (C/N élevé), tandis que s'il est détruit suffisamment tôt, il est riche en azote et constitue un bon engrais vert. Le couvert détruit plus tardivement, donc plus riche en carbone, contribuera à la formation de matière organique plus stable dans le temps (humus). Les plantes utilisées pour les couverts végétaux ne finissent cependant généralement pas leur croissance et sont ainsi facilement décomposables,

contrairement aux débris de culture tels que les pailles de céréales (C/N élevé). Il est cependant crucial que le couvert en décomposition n'ait pas un C/N supérieur à celui des micro-organismes présents dans le sol, car ceux-ci devraient alors prélever de l'azote du milieu avoisinant pour équilibrer leur propre C/N. Afin de réduire le risque de préemption d'azote, il est essentiel de choisir des couverts à faible C/N ou de les détruire suffisamment tôt. À titre indicatif, toute biomasse végétale ayant un C/N entre 10 et 25 libérera de l'azote, tandis que si ce ratio est supérieur à 30, elle consommera de l'azote (**Archambeaud et al., 2016**).

Les couverts végétaux jouent un rôle crucial dans la capture d'autres éléments minéraux majeurs, en plus de l'azote, ainsi que des oligo-éléments. En prélevant la totalité des éléments dont ils ont besoin, ils facilitent leur recyclage et évitent leur lessivage, leur insolubilisation ou leur immobilisation. Les différentes espèces végétales ont des besoins spécifiques en éléments minéraux : par exemple, les crucifères absorbent des quantités importantes de soufre et le sarrasin de phosphore. En cas de carence de ces minéraux dans le sol, les plantes adoptent diverses stratégies, telles que l'association avec les mycorhizes ou la dissolution de la roche-mère. Ainsi, les couverts végétaux contribuent à l'enrichissement du milieu en éléments minéraux disponibles et à l'économie circulaire de ces éléments. À long terme, ils contribuent à lutter contre l'épuisement des ressources du sol, qui n'est plus compensé par l'apport d'engrais minéraux suffisant face à un sol de plus en plus appauvri (**Archambeaud et al., 2016; Gitton, 2011**).

### **I.3.1.c. Amélioration de la structure du sol**

Dans nos régions, le sol est fortement impacté par le travail intensif et la puissance ainsi que la lourdeur des machines agricoles. La structure d'un sol résulte d'un équilibre dynamique entre des facteurs structurants et destructurants. Les facteurs structurants comprennent les végétaux, les micro-organismes et les animaux qui, en colonisant le sol, assurent une porosité continue et facilitent la circulation de l'eau et des gaz. Ces derniers contribuent à corriger les facteurs destructurants tels que la battance, l'érosion, etc., causés à la fois par les variations climatiques et par l'activité humaine.

La période de fin d'été et de début d'automne, pendant laquelle les couverts sont établis, correspond à une période de végétation intense. L'implantation d'un couvert favorise naturellement la présence de facteurs structurants, ce qui est crucial étant donné que de

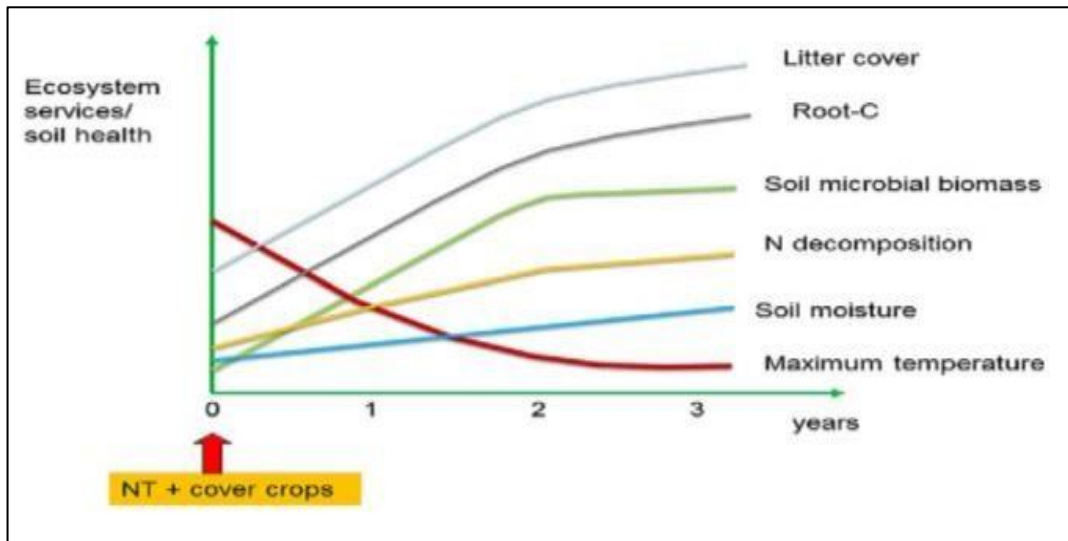
nombreux facteurs sont déstructurants à ce moment-là, tels que les précipitations, le ruissellement et le travail du sol (**Archambeaud et al., 2016**).

Le développement d'un volume racinaire élevé conduit à une restructuration des différents horizons du sol. Le système racinaire exerce d'abord une action positive sur la stabilité des agrégats du sol en apportant de la matière organique. Cet apport peut être direct, par la décomposition des racines mortes ou de leurs sécrétions, ou indirect, par la stimulation du développement microbien dans la rhizosphère. Par exemple, les racines en pivot, comme celles du radis fourrager, contribuent à structurer le sol en profondeur, tandis que les racines en fascicule, telles que celles de l'avoine, sont généralement plus superficielles, formant un réseau dense. Dans les deux cas, ces racines favorisent la création de porosité, conférant ainsi stabilité au sol et facilitant le passage des organismes vivants ainsi que des racines des cultures suivantes (**Archambeaud et al., 2016; Dufey et al., 1986; Gitton, 2011**).

En fin de compte, la couverture végétale agit comme une interface entre le sol et l'atmosphère, jouant ainsi le rôle d'un bouclier de protection pour le sol. Elle limite tout d'abord l'érosion des sols peu pentus en ralentissant le ruissellement de surface. De plus, les couverts végétaux ont la capacité d'intercepter les gouttes de pluie, prévenant ainsi l'effet "splash" qui entraîne la battance du sol. Enfin, la végétation protectrice offre une protection contre le rayonnement solaire, favorisant ainsi une stabilité thermique bénéfique pour l'activité biologique du sol (**Archambeaud et al., 2016; Audic, 2015; García-González, 2018; Gitton, 2011**).

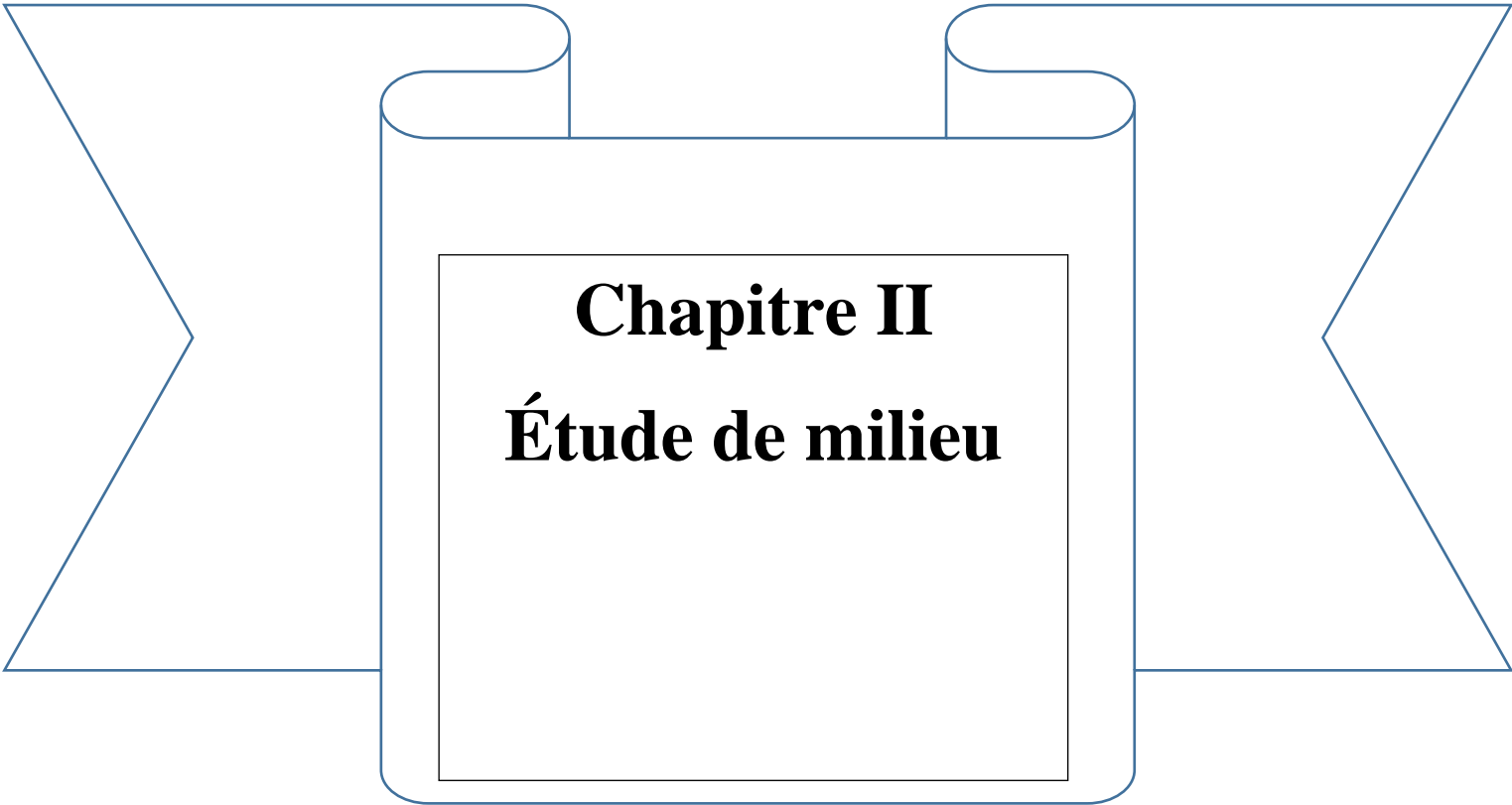
#### **I.3.1.d. Effets supplémentaires des couverts végétaux**

Outre les nombreux avantages déjà mentionnés de l'utilisation des couverts végétaux, d'autres contributions méritent d'être soulignées. Leur effet compétitif sur les adventices est, par exemple, significatif. Les couverts végétaux rivalisent avec les adventices pour l'espace, l'eau, la lumière et les nutriments. De plus, certaines espèces telles que le sarrasin ou le seigle peuvent avoir un effet allélopathique sur les adventices (**Gitton, 2011**). De même, la présence d'une couverture végétale favorise une plus grande diversité biologique, contribuant ainsi au développement d'auxiliaires bénéfiques pour les cultures, tels que les prédateurs de ravageurs (**Archambeaud et al., 2016; Roberts et al., 2018**). Les couverts végétaux jouent enfin un rôle crucial dans la fourniture d'un nombre important d'avantages bénéfiques au fil du temps (Figure 2).



**Figure 2** : Effets principaux de la présence de couverts végétaux et de la pratique du non-labour sur des cultures de sorgho (Frasier et al., 2016).

Finally, in the long term, the use of cover crops leads to a reduction in costs for farmers. First, the adoption of cover crops simplifies soil work, which translates into savings in terms of mechanization. In addition, the recycling of nutrients mentioned previously also allows for savings on fertilizers. Finally, the increase in biodiversity and the establishment of an ecological balance favor a reduction in phytosanitary treatments, which represent a significant cost for the farmer (Archambeaud et al., 2016).



**Chapitre II**  
**Étude de milieu**

## II.1. Présentation de la Zone d'étude

Ce travail a été réalisé dans la wilaya de Tizi-Ouzou, située au nord de l'Algérie, délimitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par la wilaya de Bouira, à l'est par la wilaya de Bejaïa et à l'ouest par la wilaya de Boumerdes.



Figure 3 : Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou

### I.1.1. Localisation de la région d'étude dans la wilaya de Tizi Ouzou

Notre étude a été réalisée dans une pépinière (GGR) de la commune de Tademaït, sise à 17 km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou, délimité au nord par Oued Sebaou à l'est par le village de Sidi-Naman, à l'ouest par le village de Kef-El-Aogab et la route numéro 12 au sud.

Cette pépinière s'étend sur une superficie de 15 hectares, elle est caractérisée par des reliefs homogènes plats et des pentes faibles.

Les coordonnées de la zone d'étude sont :

- 36°44'34" N
- 3° 54' 07" E
- Alt : 70 m

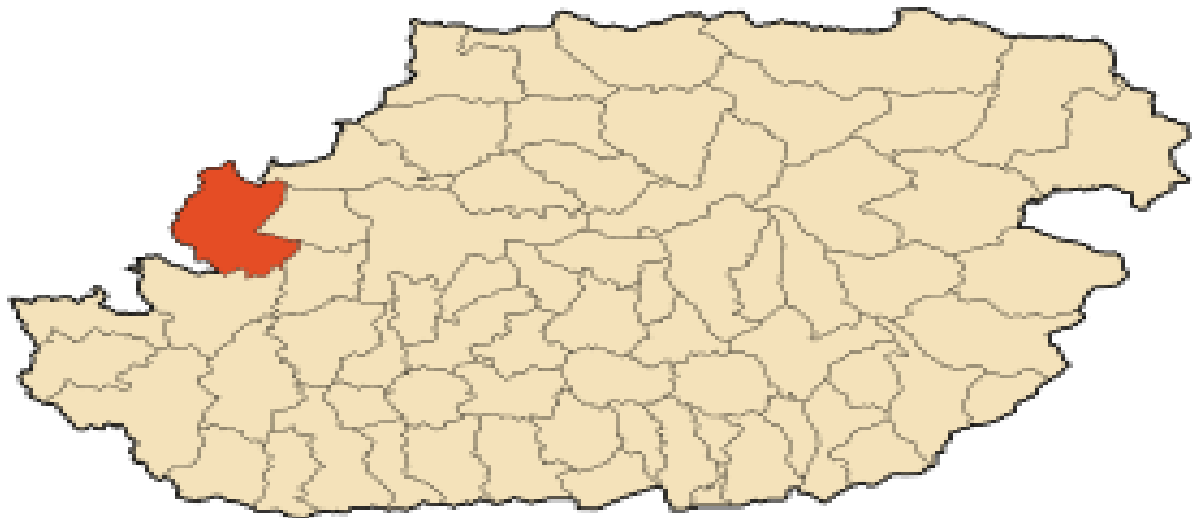


Figure 4 : Localisation de la zone d'étude dans la wilaya de Tizi Ouzou

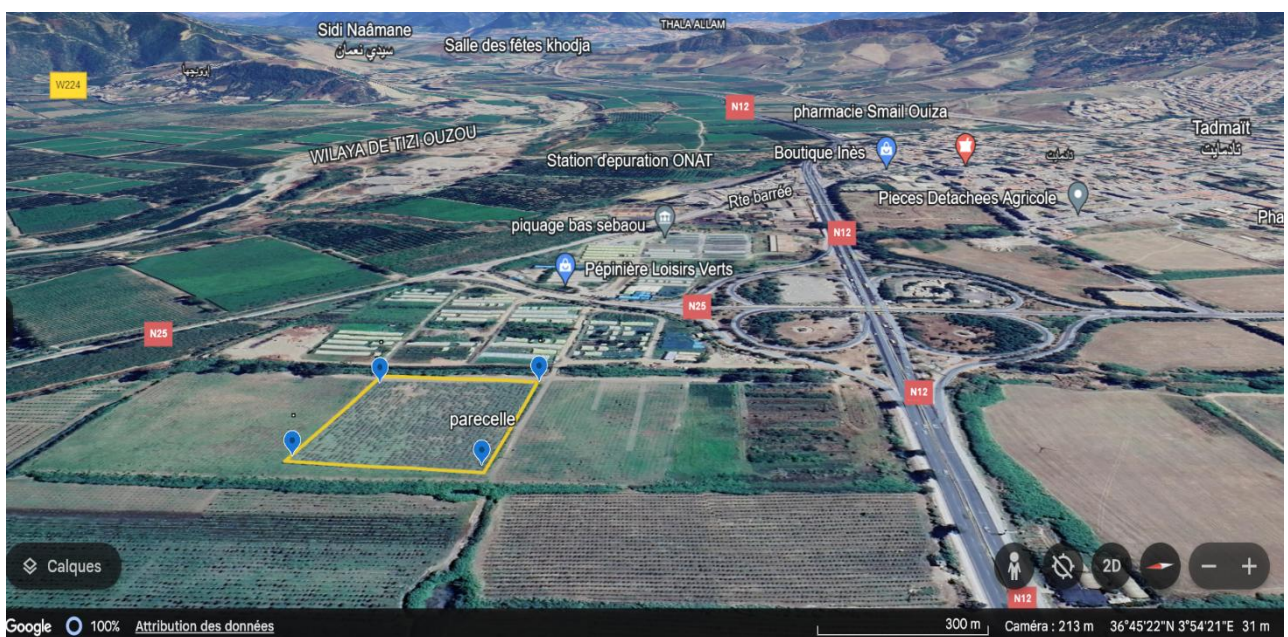


Figure 5 : Localisations de la parcelle étudiée

## II.2. Milieu abiotique de la zone d'étude

### II.2.1. Le climat de la wilaya de Tizi Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou se situe sur la zone de contact et de lutte entre les masses d'air polaire et tropical. Le territoire de cette wilaya est entièrement soumis aux bioclimats subhumide (47%) et humide (53 %), dans les variantes thermiques d'hiver douce et tempérée. Le climat de Tizi-Ouzou reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen, en l'occurrence la concentration des pluies durant la période froide, mais peu rigoureuse de l'année, et la coïncidence de la période sèche, avec les grandes chaleurs (Derridj et Meddour, 2010). La pluviométrie moyenne se situe entre 600 et 1000 mm d'eau par an

#### II.2.1.1. Les températures :

Nous remarquons une variation légère des températures moyennes annuelles, maximales et minimales au cours des années d'observation (tableau 3)

**Tableau 3** : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée pour la période 2018-2023 (Source infoclimat.fr)

| Année     | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| T MAX MOY | 23,8 | 24,6 | 25,7 | 26   | 26,6 | 26,4 |
| T MIN MOY | 13,7 | 13,9 | 14,1 | 14,9 | 15   | 14,6 |
| T MOYENNE | 18,7 | 19,2 | 19,9 | 20,4 | 20,8 | 20,5 |

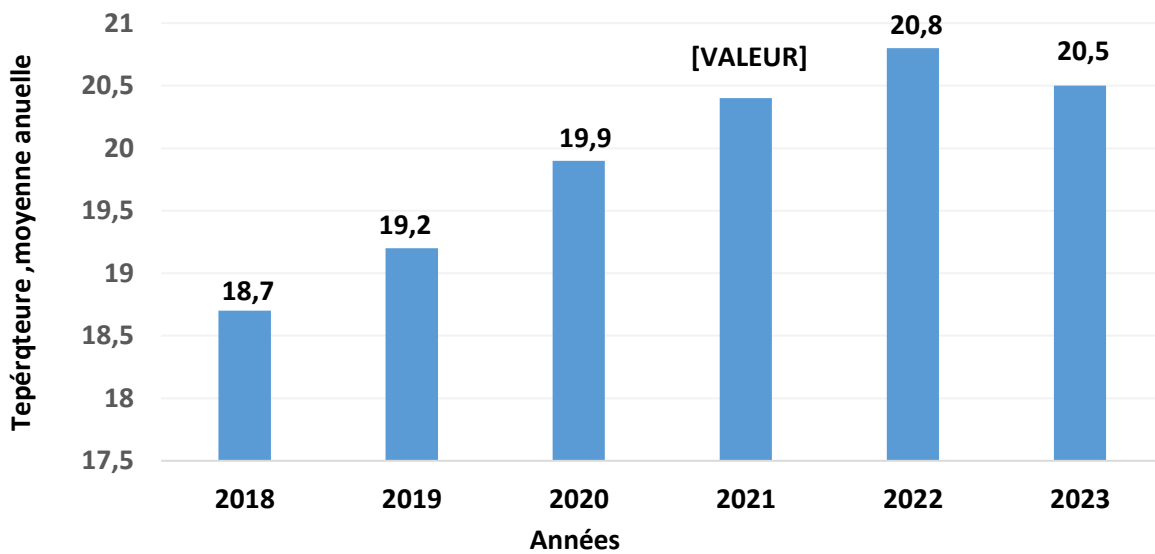


Figure 6 : températures moyenne annuelle (2018\_2023)

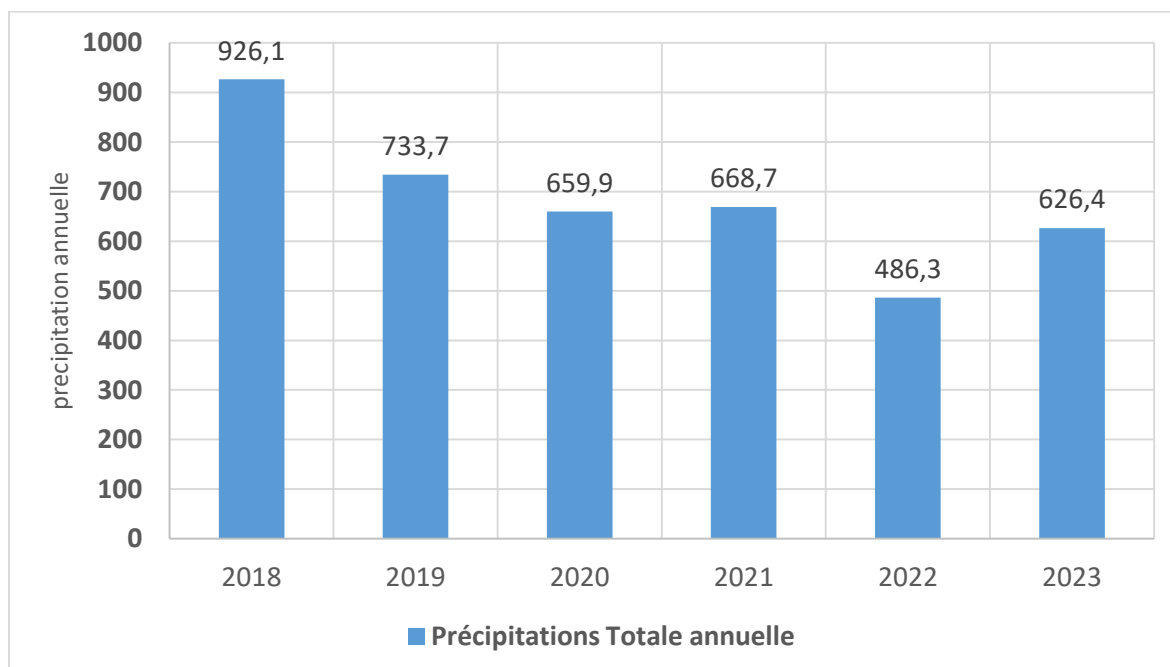
En analysant la forme de l'histogramme des températures moyenne annuelle dans le période de 2018 jusqu'à 2023 on peut observer la variation des températures obtenu au cours de les six derniers années en remarquant l'augmentations de 18,7(C°) qui est la température moyenne la plus bas enregistré en 2018 vers 20,8(C°) qui représente la température moyenne la plus élevé enregistré en 2022

### II.2.1.2. Les précipitations

Une irrégularité avec des fortes variations des précipitations totales annuelles ont été enregistré au cours de ces années d'observations avec une valeur maximale de 926,1 mm en 2018, et une faible valeur de 486,7 mm en 2022 (tableau 4 )

**Tableau 4 :** Précipitations annuelle de la wilaya de Tizi Ouzou dans la période 2018\_2023 (infoclimat.fr)

| Année                          | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Précipitations Totale annuelle | 926,1 | 733,7 | 659,9 | 668,7 | 486,3 | 626,4 |



**Figure 7 :** précipitations totale annuelle (2018 -2023)

L'histogramme montre une distribution des précipitations totale annuelle dans la période de 2018\_2023. On peut observer la variation dans les quantistes des précipitations d'une année à une autre. On détermine l'année la plus pluvieuse qui est 2018 avec une quantité de précipitation totale égale à 926,1 millimètres. La quantité la plus basse a été enregistré en 2022 égale a 486,3 millimètres.

**II.2.2. La géologie de la zone d'étude**

La nature géologique du sol de Tademaït est une terrasse alluviale qui est une zone plane située sur les versants d'une vallée fluviale constituée d'alluvions déposés par le cours d'eau

**III.2.3. Calendrier des Opérations Culturelles pratiquées au niveau du vignoble de l'ERGR****Mois Octobre 2021**

- Fin de la récolte des raisins de table de saison

**Mois Janvier 2022**

- Apport d'engrais de fond N P K 4-20-25
- Début de la taille d'hiver

**Mois Mars 2022**

- Début des labours de déchaussage et disquage
- Traitement phytosanitaire contre mildiou, Oïdium, Excoriose

**Mois Avril 2022**

- Traitements phytosanitaires anti oïdium et anti mildiou
- Deuxième apport d'engrais N P K 12-12-18
- Début taille en vert (ébourgeonnage)
- Travaux du sol disquage
- Nutrition fer (Chélate de fer) application racinaire

**Mois Mai 2022**

- Suite taille en vert (ébourgeonnage)
- Disquage
- Traitement phytosanitaire contre mildiou, Oïdium, Botrytis

### Mois Juin 2022

- Traitements phytosanitaire anti oïdium et anti mildiou
- Traitements contre insectes (thrips – pucerons)
- Nutrition foliaire ( Calcium )
- Désherbage chimique
- Début des irrigations

### Mois Juillet 2022

- Suite des irrigations
- Poursuite traitements phytosanitaire anti oïdium et anti mildiou
- Nutrition foliaire ( Calcium )
- Travaux du sol disquage

### Mois Aout 2022

- Récolte des variétés précoces cardinales.
- Poursuite traitement phytosanitaire contre Oïdium, Botrytis
- Suite de l'irrigation

### Mois Septembre 2022

- Traitements phytosanitaire anti Botrytis
- Traitement contre les vers de la grappe
- Suite des irrigations
- Début de la récolte des raisins de table de saison.





**Chapitre III**

**Matériel**

**Et**

**Méthode**

### III.1. Les caractéristiques du sol étudié

Le sol a été échantillonné au niveau du vignoble en date de 05 /10/2020 afin de déterminer certaines caractéristiques physico-chimiques du sol dans le but de dresser une fiche caractéristique de se sol.

**Tableau 5** : Caractéristiques du sol étudié.

| Caractéristiques | Normes    | Taux en % | Qualification           |
|------------------|-----------|-----------|-------------------------|
| <b>pH</b>        | 7,9 à 8,4 | 7 ,98     | Sol moyennement alcalin |
| <b>MO</b>        | 0,7 à 1,5 | 1,34      | Sol pauvre              |
| <b>H</b>         |           | 10,63     |                         |
| <b>Da</b>        |           | 1,43      |                         |
| <b>CaCo3</b>     | 12,5 à 25 | 14        | Sol modérément calcaire |

### III.2. La densité de semis

La densité de semis est égale au nombre de grains semé par m<sup>2</sup> elle peut aussi s'exprimer en kg de semences/ ha, elle influence sur le développement de la culture et sur le cout de son implantation.

### III.2.1. Calcul de la densité de semis

**Tableau 6** : Doses de semis des différents couverts

| Couverts mixtes   |                  | Densité de semis<br>Kg/ha | Pourcentage dans le mélange % | Taux de germination % | Poids de semis<br>gr |
|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Couvert 01</b> | <b>Orge</b>      | 100                       | 60                            | 100                   | <b>90</b>            |
|                   | <b>Féverole</b>  | 180                       | 30                            | 71                    | <b>105.3</b>         |
|                   | <b>navet</b>     | 4                         | 10                            | 100                   | <b>0.6</b>           |
| <b>Couvert 02</b> | <b>Triticale</b> | 120                       | 60                            | 100                   | <b>108</b>           |
|                   | <b>Féverole</b>  | 180                       | 30                            | 71                    | <b>105.3</b>         |
|                   | <b>navet</b>     | 4                         | 10                            | 100                   | <b>0.6</b>           |
| <b>Couvert 03</b> | <b>Seigle</b>    | 80                        | 60                            | 100                   | <b>72</b>            |
|                   | <b>féverole</b>  | 180                       | 30                            | 71                    | <b>105.3</b>         |
|                   | <b>navet</b>     | 4                         | 10                            | 100                   | <b>0.6</b>           |

### III.3.2. Travail du sol

Le travail du sol a été effectué en date de 27/12/2021 à l'aide d'un tracteur afin d'ameublir le sol et de faciliter le travail de semis.

### III.4. Parcelisation et semis

Avec de la chaux nous avons délimité la surface de chaque parcelle d'étude. (voir figure)



**Figure 8** : Délimitation de la parcelle avec la chaux. (Originale, 2022)

Pour notre expérimentation, nous avons semé 1 rang sur 2 ; un total de 7 rangs et dans chaque rang nous avons disposé 9 parcelles de dimensions (1.5×10 m) espacé de 2m. (Voire figure)

Dans chaque parcelle, nous avons semé une variété de céréale qu'on a choisis aléatoirement avec de la Fèverole et le Navet.

- Enherbement naturel semi-permanent : correspondant à la modalité du témoin ;(T)
- Couvert n° 01 : association orge commune, navet et féverole d'hiver ; (CV1)
- Couvert n° 02 : association triticale, navet et féverole d'hiver ; (CV2)
- Couvert n° 03 : association seigle, navet et féverole d'hiver. (CV3)

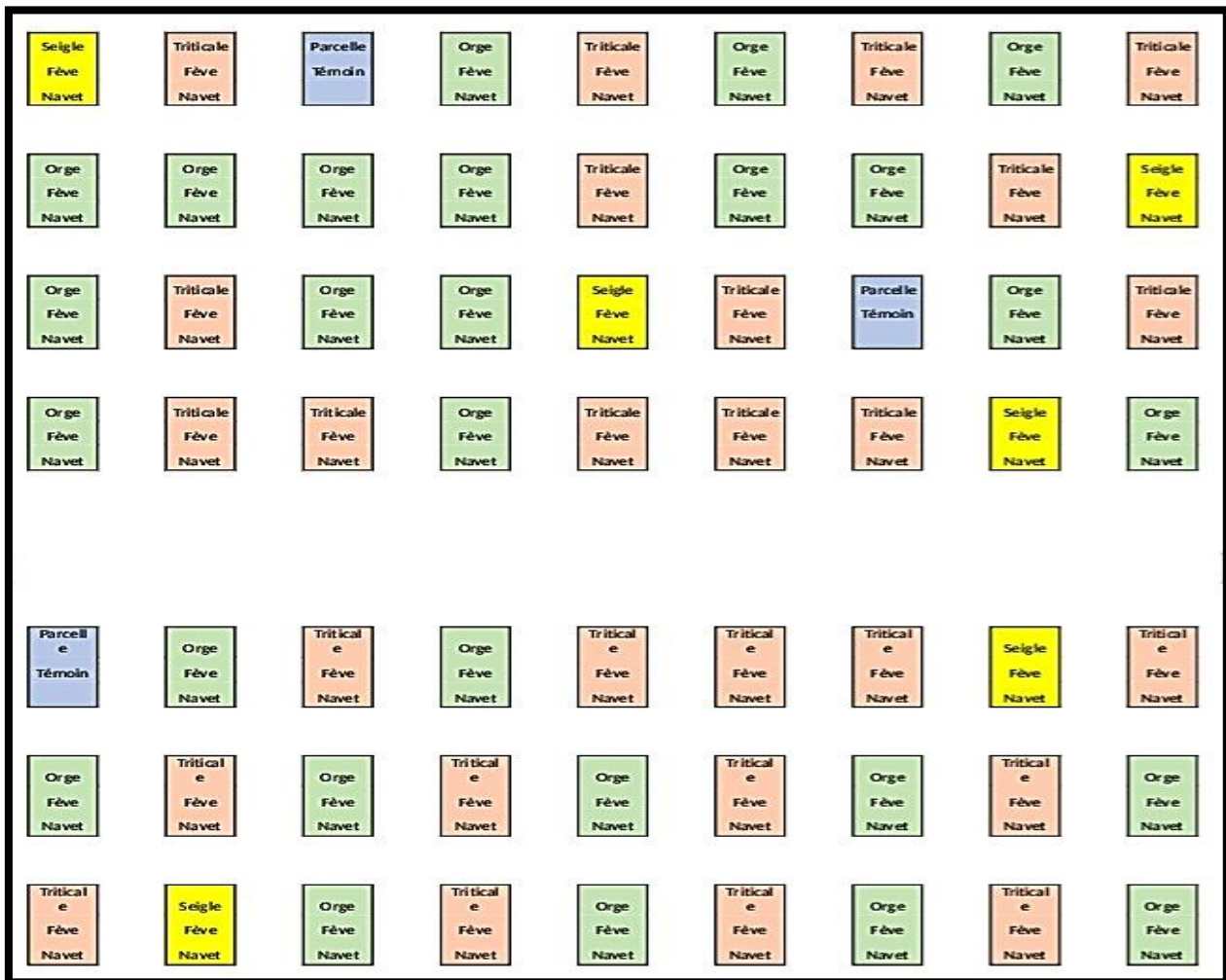


Figure 9 : Dispositif expérimentale dressé sur le terrain



**Figure 10** : Couvert 01 (Orge + féverole) (originale, 2022)



**Figure 11** : Couvert 02 (Triticale+féverole) (originale, 2022)



**Figure 12 :** Couvert 03 (Seigle +féverole) (originale, 2022)

### **III.5.1 Echantillonnage du sol**

L'échantillonnage du sol a été effectué en mois d'avril 2023 après une année d'incorporation des couverts végétaux au niveau du vignoble se trouvant à la pépinière de l'ERGR, commune de Tademaït de la wilaya de Tizi-Ouzou.

### **III.5.2. Stabilité structurale**

La stabilité structurale ; c'est l'aptitude d'une terre à maintenir son état d'agrégation lors d'une agression par l'eau. Les échantillons sont prélevés en plusieurs endroits (3 prises) sur une surface homogène entre 0 et 20 cm dans des conditions d'humidité modérée (conditionnement en boîte plastique rigide).



**Figure 13** : Echantillonnage du sol pour la stabilité structurale (originale, 2022)

### III.6. Préparation des échantillons

Les échantillons prélevés sont destinés au laboratoire ou ils ont subi le séchage.

**III.6.1. Séchage** : consiste à fragmenter les mottes de terre à la main ensuite les étalés sur du papier et laissé à l'air libre pendant 07jours



**Figure 14** : Séchage des échantillons à l'air libre au laboratoire.

**III.6.2. Tamisage** : Faire passer le sol à travers un tamis de 5 et 3mm. La fraction inférieure à 5mm et supérieure à 3mm est récupéré et fera l'objet de notre expérimentation.



Figure 15 : Tamisage des échantillons entre 5 et 3mm

### III.7. Les traitements

Afin d'évaluer la stabilité structurale de nos échantillons, nous avons utilisé la méthode de **Bissonnais** qui consiste en 3 traitements. Pour chaque traitement nous avons pesé 5g de terre d'agrégats tamisée entre 5 à 3 mm ; puis faire les traitements suivants :

#### III.7.1. Traitement 1 : humectation rapide par immersion

Ce traitement permet de tester le comportement de matériaux secs soumis à des humectations brutales, du type irrigation par submersion, ou des pluies intenses (orage de printemps et été). Bien que dans ce dernier cas le choc des gouttes joue également un rôle. Pour ce traitement on a utilisé la méthodologie suivante :

Nous avons pesé 5g d'agrégats de 3-5 mm (poids initiale) que nous avons versé dans un bécher contenant 50ml d'eau distillée. Nous avons laissé reposer ces agrégats pendant 10 min (observation visuelle de l'éclatement). Par la suite, nous avons transféré les agrégats sur un tamis de 50 $\mu$ m immergé dans l'éthanol et nous avons récupéré la fraction supérieure à 50  $\mu$ m que nous avons laissée sécher à 105°C dans une étuve pendant 24 heures. Ensuite nous avons passée chaque échantillon par une colonne de 6 tamis de diamètre : 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 et 0.05 mm ; puis nous avons pesé à chaque fois le refus d'agrégats sur différents diamètres ; puis nous avons calculé de diamètre moyen pondéral (DMP).



**Figure 16** : test d'humectation rapide ( originale 2024)

### III.7.2. Traitement 2 : test d'humectation lente par capillarité

Ce traitement permet de tester le comportement de matériaux secs ou peu humides soumis à des pluies modérées (humectation lente), car il est moins destructif que l'humectation rapide et permet donc de discriminer des sols très peu stables.

Nous avons pesé 5g d'agrégats de 3-5 mm (poids initial), que nous avons disposé sur un papier filtre de type kleenex, posé sur une table à succion avec une dépression de 3 cm, au bout de 30 min (ré humectation des agrégats par capillarité) nous avons transféré les agrégats

sur le tamis de 50  $\mu\text{m}$  immergé dans l'éthanol (en s'aidant d'une pissette d'éthanol). (figure



15)

**Figure 17:** Test d'humectation par capillarité (Originale, 2024)

Après avoir récupéré la fraction supérieure à 50  $\mu\text{m}$  en s'aidant de la pissette d'éthanol ; nous l'avons séché à l'étuve à une température de 105°C pendant 24 heures. Ensuite nous avons passée chaque échantillon par une colonne de 6 tamis de diamètre : 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 et 0.05 mm ; puis nous avons pesé à chaque fois le refus d'agrégats sur différents diamètres ; puis nous avons calculé de diamètre moyen pondéral (DMP).

### III.7.3. Traitement 3 : désagrégation mécanique par agitation après ré-humectation

Ce traitement permet de tester le comportement de matériaux humides (périodes hivernales humides). Elle peut être réalisée par l'utilisation d'un liquide non polaire et miscible à l'eau comme l'éthanol.

Nous avons immergé les agrégats dans l'éthanol pendant 30 min ensuite nous avons ajouté 50 ml d'eau permutée dans l'erlenmeyer tout en transférant les agrégats dans l'erlenmeyer (en s'aidant d'une pissette d'eau permutée), nous avons ajusté le niveau d'eau permutée à 250 ml (en versant avec la pissette sur le bord de l'erlenmeyer).

Nous avons agité manuellement l'erlenmeyer en effectuant 10 retournements (on peut envisager de réaliser cette opération mécaniquement avec agitateur adapté) puis nous avons laissé reposer 30 min (observation visuelle de la décantation).



**Figure 18** : Désagrégation mécanique par agitation après ré-humectation(Originale,2024)

Après avoir récupéré la fraction supérieure à  $50 \mu\text{m}$  en s'aidant de la pissette d'éthanol ; nous l'avons séché à l'étuve à une température de  $105^\circ\text{C}$  pendant 24 heures. Ensuite nous avons passé chaque échantillon par une colonne de 6 tamis de diamètre : 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 et 0.05 mm ; puis nous avons pesé à chaque fois le refus d'agrégats sur différents diamètres ; puis nous avons calculé de diamètre moyen pondéral (DMP).



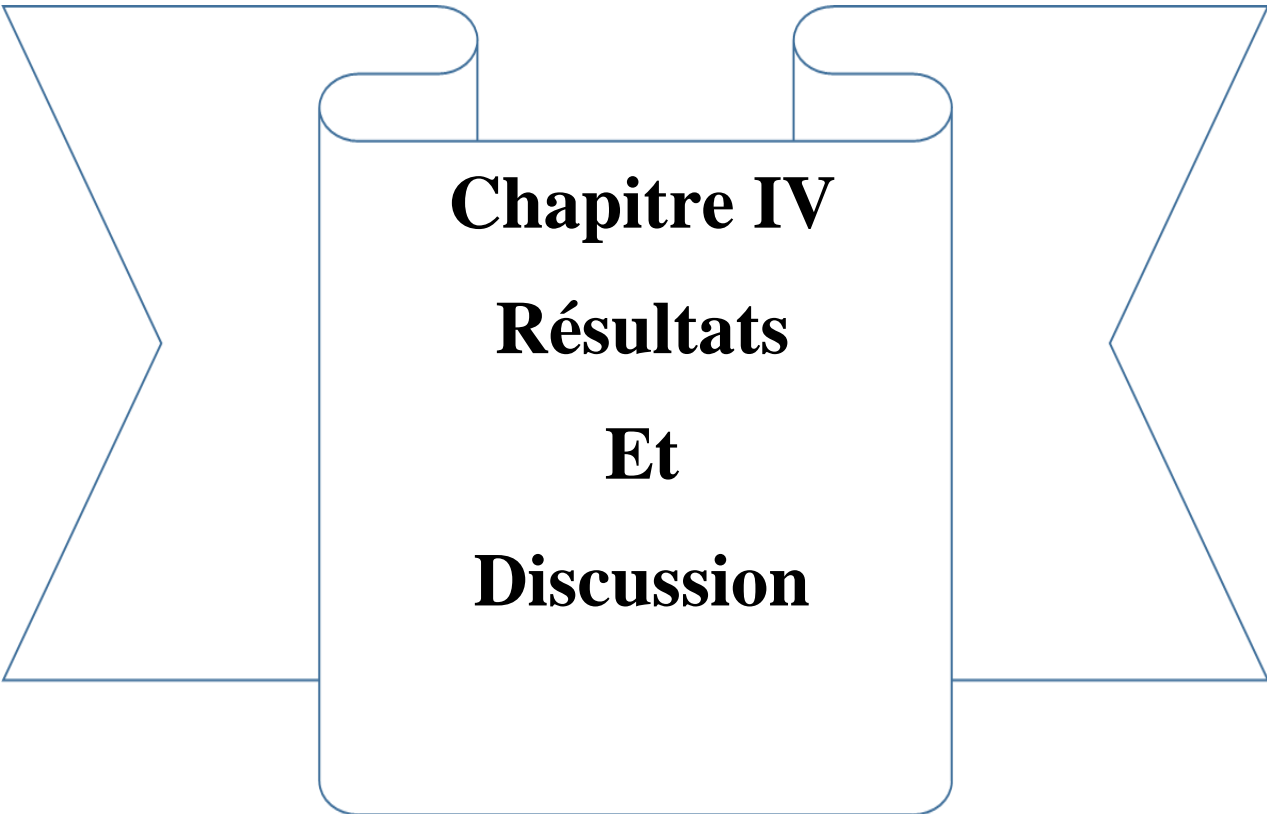
**Figure 19** : Colonne de tamis ( 2 ;1 ;0,5 ;0,2 ;0,1 ;0,05 mm)(Originale,2024)



**Figure 20** : Poids des fractions obtenues après le tamisage(Originale,2024)

Après les trois traitements, nous avons calculé les poids moyens pondérés pour chaque échantillon selon la formule suivante :

$$\text{MWD} = \frac{\Sigma(\text{diamètres moyens entre les 2 tamis} \times (\% \text{ pondéral des particules retenues sur le tamis)})}{100}$$



**Chapitre IV**

**Résultats**

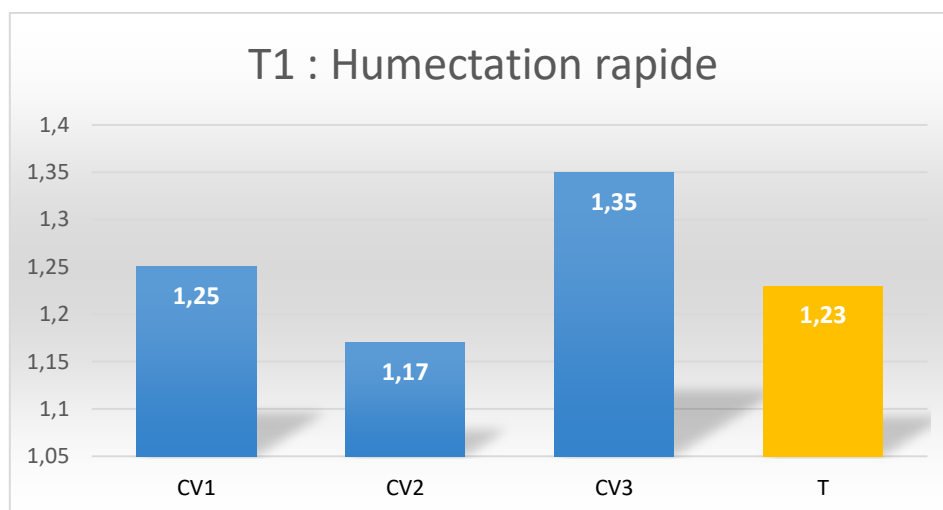
**Et**

**Discussion**

Une bonne stabilité structurale se traduit par une bonne cohésion des particules. Cela signifie que les agrégats supportent mieux les effets des gouttes de pluie et il y a moins de risques de battance et d'érosion. Les cultures de couverture sont responsables de l'apport d'humus au sol et de l'amélioration de la stabilité structurale des sols par l'action des micro-organismes, elles ont aussi un effet mécanique sur la battance et l'érosion. Celles-ci empêchent en partie les gouttes de pluie de percuter directement la surface du sol. Dans ce qui suit on va étudier l'effet de chaque couvert végétal sur la stabilité structurale du sol de vigne.

#### IV.1. Humectation rapide par immersion :

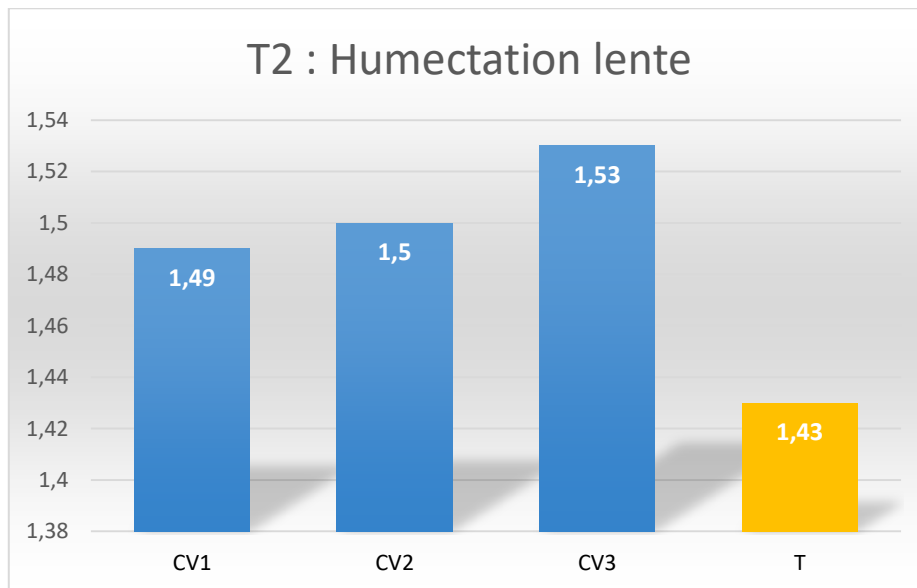
Pour ce traitement on observe que le sol couvert par le CV3 (seigle + féverole) montre une immersion importante comparativement aux autres sols, tandis que le sol couvert par le CV1 (orge + féverole) montre une immersion proche de celle du témoin (T). Le sol sous CV2 (triticale + féverole) présente la plus faible immersion des quatre échantillons ; ce qui indique le sol sous CV2 seraient sensibles aux pluies intenses, (Figure 21).



**Figure 21:** traitement d'humectation rapide par immersion dans les 3 types des couverts végétaux implantés.

### IV.2 Humectation lente par capillarité :

On observe que l'humectation la plus élevée est sous le CV3 néanmoins les valeurs du MWD sous le CV1 et CV2 se rapproche de celle du CV3 comparativement au MWD du Témoin (T)(figure 22)

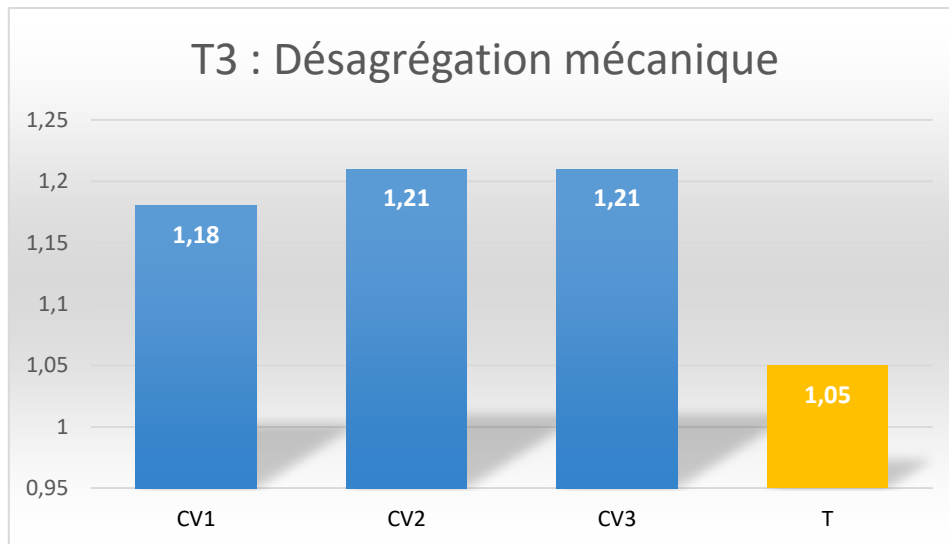


**Figure 22** : traitement d'humectation lente par capillarité dans les 3 couverts végétaux implantés.

### IV.3. Désagrégation mécanique

Ce traitement révèle que les sols couverts par le CV3 et le CV2 présentent la même valeur et la plus élevée comparativement aux CV1 et T, le sol sous enherbement naturelle T montre la plus faible valeur( figure 23)

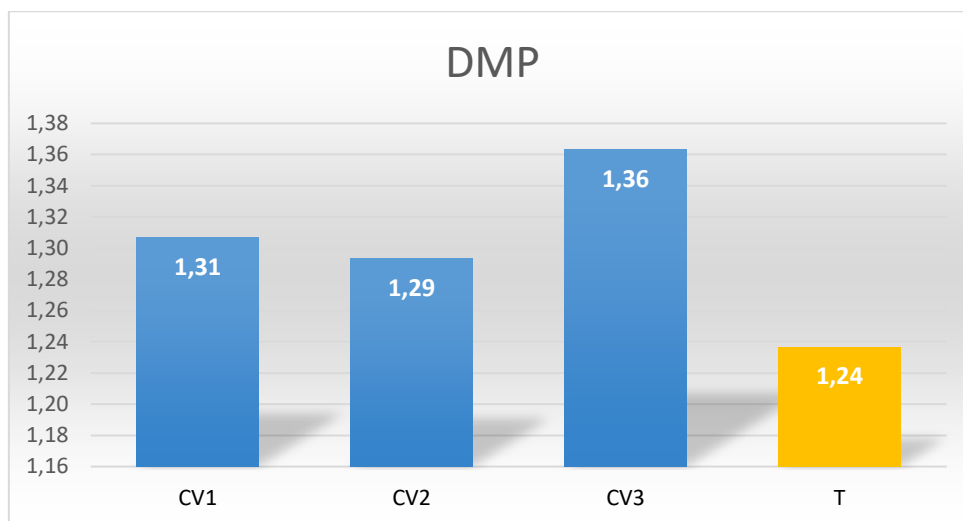
On déduit que les sols sous CV3 et le CV2 résiste mieux aux pluies torrentielles durant la période hivernale



**Figure 23 :** Traitement de désagrégation mécanique par agitation après réhumectation dans les 3 couverts végétaux implantés.

#### IV.4. Diamètres moyens pondérés

Ce paramètre DMP reflète la distribution des fractions d'agrégats (24) .



**Figure 24 :** Diamètres moyens pondéré des trois traitements sous différents couverts végétaux

D'après les résultats d'analyse de la stabilité structurale et le calcul du DMP (figure 24) sont classées les parcelles étudiées comme suit (tableau 7)

**Tableau 7** : Classification de la stabilité structurale de les parcelles étudiée

| <b>Le couvert végétal</b> | <b>DMP en mm</b> | <b>Stabilité structurale du sol</b> |
|---------------------------|------------------|-------------------------------------|
| <b>CV1</b>                | 1,31             | Stable                              |
| <b>CV2</b>                | 1.29             | Moyennement stable                  |
| <b>CV3</b>                | 1,36             | Stable                              |
| <b>T</b>                  | 1,24             | Moyennement stable                  |

La mesure du DMP des échantillons a montré que tous les couverts végétaux ont augmenté de manière significative comparant à celui du témoin.(tableau7)

Le CV3 donne le DMP le plus élevé ce qui signifie qu'il a amélioré la stabilité structurale du sol comparativement aux autres modalités CV1, CV2 et T.

La variation de la stabilité structurale dans les différents traitements s'expliquer par l'effet de l'incorporation de la biomasse aérienne dans le sol. La quantité de la masse de la biomasse aérienne de chaque couvert pourrait influencer sur le tassement du sol et la résistance soit par l'agressivité des gouttes de pluie (**Ellison, 1944**).

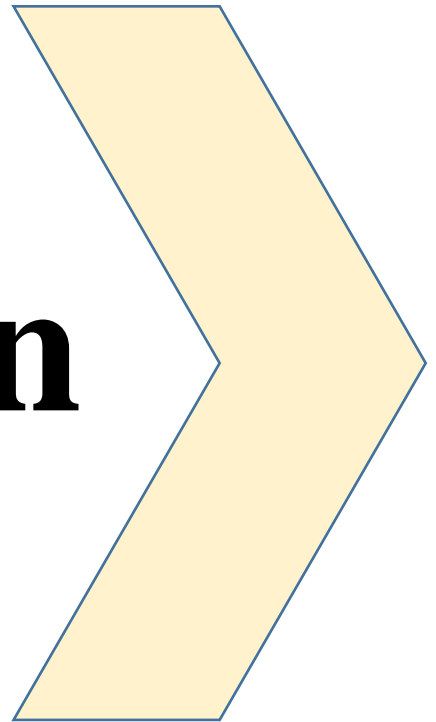
En effet c'est le CV3 qui a présente la plus forte biomasse aérienne (tableau 5 Annexe)

Cette amélioration pourrait aussi s'expliquer par la restructuration biologique du sol par les racines des plants qui, comme toutes racines et champignons, ont par leur sécrétion mucilagineuse, un effet agrégeant bien connu (**Tisdall et Oades, 1982**).

Un couvert végétal, qu'il soit semé ou spontané, permet d'améliorer la structure du sol (**Chambre d'agriculture de la Charente Maritime, 2018**). En effet, il réduit le risque de compaction (**Delpuech et Metay, 2018**) grâce à ses racines pouvant pénétrer jusqu'à 1,5 m de profondeur, ameublissant ainsi le sol dans l'inter-rang (**Maille, 2017**). Certaines espèces, en fonction de la structure de leur système racinaire, peuvent même contribuer à la restauration de sols compactés (**Metay et al., 2018**). Cependant, cet effet sur la compaction dépend de la méthode de destruction du couvert : si le couvert n'est pas incorporé mais laissé en paillis et que le sol n'est pas travaillé pour l'enfourir, la compaction peut augmenter (**Buesa et al., 2021**).

Dans notre cas tous les couvert végétaux ont été incorporées

# Conclusion



## **Conclusion et Recommandations**

### **Conclusion**

L'implantation de couverts végétaux en culture intercalaire joue un rôle crucial dans l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. En effet, la couverture végétale agit comme un bouclier protecteur qui limite l'érosion, intercepte les gouttes de pluie pour prévenir le compactage, et offre une protection contre le rayonnement solaire.

Les données obtenues dans ce travail nous permettent de conclure qu'il y a une réelle différence dans les propriétés physiques des sols sous les différents couverts végétaux implantés dans le vignoble.

Sur la base des résultats préliminaires, nous pouvons conclure que les sols protégés par des couverts végétaux (seigle- féverole, orge -féverole et triticale - féverole) ont montré une amélioration significative de leur stabilité structurale.

A l'issue de cette étude le CV3 (seigle, féverole) qui a puis la meilleur améliorations de la stabilité structurale de ce sol vignoble

Ce travail ouvre de nouvelles perspectives de recherche sur l'analyse physique du sol et des plantes, offrant ainsi des opportunités pour développer des pratiques agricoles qui protègent mieux les sols. En se concentrant sur les interactions complexes entre les propriétés physiques du sol, les besoins nutritionnels des plantes et les pratiques agricoles durables, il devient possible de concevoir des systèmes de gestion du vignoble qui favorisent une fertilité durable des sols. Cela pourrait conduire à une amélioration significative de la productivité et de la qualité des vignobles, tout en minimisant l'impact environnemental et en promouvant une utilisation plus responsable des ressources naturelles. Les résultats de cette recherche peuvent également servir de base pour l'élaboration de nouvelles recommandations agronomiques et de politiques agricoles visant à soutenir une viticulture résiliente et durable.

## **Conclusion et Recommandations**

Comme perfective nous proposons :

- Un suivi sur 3 ans de l'effets de couvert ( seigle – féverole) sur la stabilité structurale
- Une réduction du travail du sol
- Un suivi sur 3 ans de l'effets de couvert ( seigle – fèverole) l'enherbement intercalaire

## Références bibliographiques

## Références bibliographies

**Archambeaud, M., Thomas, F., 2016.** Les couverts végétaux, gestion pratique de l'interculture. Collection Agri production. 2e édition.

**Audic, T., 2015.** Cours d'Agronomie. Les couverts végétaux : Choix, intérêts, freins agronomiques et économiques.

**Abad J., Hermoso de Mendoza I., Marín D., Orcaray L., et Santesteban L.G. 2021a.** Cover crops in viticulture. A systematic review (1): Implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard. OENO One, 55(1). DOI : 10.20870/oeno-one.2021.55.1.3599

**BIREBENT P., 2007.** Hommes, vignes et vins de l'Algérie Françaises 1830,1962. Edition GANDINI.

**Buttler, A., 1992.** Hydrochimie de nappes des prairies humides de la rive sud de lac de Neuchâtel. Bull.Ecol., t.23 (3-4) pp 415-421

**Briche E., 2011.** Changement climatique dans le vignoble de Champagne : Modélisation thermique à plusieurs échelles spatio-temporelles (1950- 2100). Université Paris Diderot - Paris 7 École doctorale : E.E.S.C.Économie, Espaces, Sociétés, Civilisations. 263Pp.

**Biddoccu M., Guzmán G., Capello G., Thielke T., Strauss P., Winter S., Zaller J.G., Nicolai A., Cluzeau D., Popescu D., Bunea C., Hoble A., Cavallo E., et Gómez J.A. 2020.** Evaluation of soil erosion risk and identification of soil cover and management factor (C) for RUSLE in European vineyards with different soil management. International Soil and Water Conservation Research, 8(4). DOI : 10.1016/j.iswcr.2020.07.003

**Buesa I., Mirás-Avalos J.M., De Paz J.M., Visconti F., Sanz F., Yeves A., Guerra D., et Intrigliolo D.S. 2021.** Soil management in semi-arid vineyards: Combined effects of organic mulching and no-tillage under different water regimes. European Journal of Agronomy, 123. DOI : 10.1016/j.eja.2020.126198

## Références bibliographiques

**Carbonneau A., Deloire A. et Benoit J., 2007.** La vigne physiologie, terroir, culture, Dunod, Paris (1) :441.Pp

**Coll P., Le Cadre E., Blanchart E., Hinsinger P., et Villenave C. 2011.** Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. *Applied Soil Ecology*, DOI : 10.1016/j.apsoil.2011.07.013

**Chambre d’agriculture de la Charente Maritime (réalisateur). 2018.** Tout savoir sur les engrais verts en viticulture. - YouTube. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=jpaM0FbuzH4> (Consulté le 17 mars 2021).

**Diaconu A., Țenu I., Roșca R., et Cârlescu P. 2017.** Researches regarding the reduction of pesticide soil pollution in vineyards. *Process Safety and Environmental Protection*, 108. DOI : 10.1016/j.psep.2016.09.016

**Delpuech X. et Metay A. 2018.** Adapting cover crop soil coverage to soil depth to limit competition for water in a Mediterranean vineyard. *European Journal of Agronomy*, 97. DOI : 10.1016/j.eja.2018.04.013

**Destain, J-P., Reuter, V., Goffart, J-P., 2010.** Les cultures intermédiaires pièges à nitrate (CIPAN) et engrais verts : protection de l'environnement et intérêt agronomique. Vol. 14. Numéro spécial 1, 73-78.

**Dufey, J., Halen, H., Frankart, R., 1986.** Evolution de la stabilité structurale du sol sous l’influence des racines de trèfle (*Trifolium pratense* L.) et de ray-grass (*Lolium multiflorum* Lmk.). Observations pendant et après culture. *Agronomie*, EDP Sciences, 6 (9), 811-817.

**Frasier, L., Quiroga, A., Noellemeyer, E., 2016.** Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. *Sc. of the Total Environment* 562, 628– 639. DOI 10.1016/j.scitotenv.2016.04.058

## Références bibliographiques

**FNAB. 2021.** La filière viticulture bio. Produire Bio, Disponible sur : <https://www.produire-bio.fr/filiereviticulture-bio/> (Consulté le 7 avril 2021)

**Justes E., éd. 2017.** Cover Crops for Sustainable Farming. Dordrecht : Springer Netherlands  
Disponible sur : <http://link.springer.com/10.1007/978-94-024-0986-4> (Consulté le 22 avril 2021).

**Gitton, E., 2011.** Couverts végétaux : dossier thématique. Chambre d’agriculture de Dordogne

**García-González, I., Hontoria, C., Gabriel, J., Alonso-Ayuso, M., Quemada, M., 2018.** Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma*, 322, 81–88. DOI 10.1016/j.geoderma.2018.02.024.

**Galet P., 1993.** Précis de viticulture. Edi. Déhan, Montpellier. 582 Pp.

**GAFFAREL P.L.J. ; 2004.** Algérie: histoire, conquête et colonisation. ED.SERRE EDITEUR, 2004 ; 708 p

**Garcia L., Celette F., Gary C., Metral R., et Metay A. 2020.** Usage des couverts végétaux semés ou spontanés comme cultures de services dans les vignobles. (177), p. 4.

**Le Bissonais Y. et Andrieux P. 2006a.** Impact des modes d’entretien de la vigne sur le ruissellement, l’érosion et la structure des sols - Mécanismes et résultats expérimentaux. Dans : *Mondiaviti. Stratégie d’entretien des sols : contraintes techniques, économiques et environnementales - Conséquences environnementales des modes d’entretien du sol.* Bordeaux, France : p. 57-64.

**Le Bissonais Y. et Andrieux P. 2006b.** Impact des modes d’entretien de la vigne sur le ruissellement, l’érosion et la structure des sols - Mécanismes et résultats expérimentaux. Dans : *Mondiaviti.* Bordeaux, France : p. 12. Disponible sur : [http://saturne.io.reseauconcept.net/saisie/upload/137029/Conf\\_29nov-2-2-inra.pdf](http://saturne.io.reseauconcept.net/saisie/upload/137029/Conf_29nov-2-2-inra.pdf) (Consulté le 26 avril 2021).

## Références bibliographiques

**Le Bissonais Y. et Andrieux P. 2006b.** Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols - Mécanismes et résultats expérimentaux. Dans : Mondiaiviti. Bordeaux, France : p. 12. Disponible sur : [http://saturne.io.reseauconcept.net/saisie/upload/137029/Conf\\_29nov-2-2-inra.pdf](http://saturne.io.reseauconcept.net/saisie/upload/137029/Conf_29nov-2-2-inra.pdf) (Consulté le 26 avril 2021).

**Manneville, O., Vergne, V. Et Villepoux, O. 1999.** Le monde des tourbières et des marais. Delachaux et Niestlé. 320p

**Mario C., 1996.** La culture de la vigne. Ecological agriculture projects. 21: 637-644.Pp.

**Metay A., Garcia L., et Gary C. 2018.** Gestion durable de la flore adventice en culture pérenne : enjeux et stratégies en viticulture. Dans : Gestion durable de la flore adventice des cultures. Paris (France) : Editions Quae, p. 354.

**Maille E. 2017.** Couverts et engrais verts en viticulture biologique. Quelle approche ? Agrobio Périgord, Les couverts végétaux en viticulture(3), p. 38.

**Portail Wallonie, 2014.** Assainissement et protection des sols. URL <http://dps.environnement.wallonie.be/home/legislation/agw-pgda13062014.html> (consulté le 06/07/2018).

**Rolland, P., 1988.**Le système des grandes tourbières équatoriales. Ann. Géographie N°97 (544). pp 942-666.

**Roberts, D., Mattoo, A., 2018.** Sustainable Agriculture - Enhancing Environmental Benefits, Food Nutritional Quality and Building Crop Resilience to Abiotic and Biotic Stresses. ID United States Department of Agriculture, Agricultural Research Services. DOI 10.3390/agriculture8010008

**Ruiz-Colmenero M., Bienes R., et Marques M.J. 2011.** Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. Soil and Tillage Research, 117. DOI : 10.1016/j.still.2011.10.004

## Références bibliographiques

**Rousseau J., L'Helgoualch E., Molot B., Rieux J.-M., et Guerber M. 2003.** La protection de la vigne en agriculture biologique. ITAB, , p. 4.

**Simon J.L., Eggenberger W., Koblet W., Mischler M ET Schwarzenbach J., 1992.** Viticulture. Ed. Payot, Lausanne. 223Pp

**SAHRAOUI ; 2006 In TAIBI K. (2005).** Influence du pincement et de l'écimage sur les paramètres bioproductifs de la vigne *Vitis vinifera*. L (Cardinal et Dattier de Beyrouth) de la collection viticole de la station expérimental ITAFV de Tassala El Mardja, Alger. Thèse d'IGN. Institut agronomique de Tiz Ouzou

**Viala P., Vermorel V. 1910.** Traité général d'ampélographie. Ed. Masson vol. 2, Paris, 255 Pp.

**Valdés-Gómez H., Gary C., Cartolaro P., Lolas-Caneo M., et Calon nec A. 2011.** Powdery mildew development is positively influenced by grapevine vegetative growth induced by different soil management strategies. *Crop Protection*, 30(9). DOI : 10.1016/j.cropro.2011.05.014

**Van Leeuwen C., Roby J.-P., et De Rességuier L. 2018.** Soil-related terroir factors: a review. *OENO One*, 52(2). DOI : 10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208

**Wery J., Marrou H., Affholder F., et Metay A. 2018.** Mémento d'Agronomie Systémique. Document Enseignement, Montpellier SupAgro, 19 p

## ANNEXES

### ANNEXES

#### **Annexe 1** : Normes d'interprétations de la réaction du sol pH

| <b>Valeurs pH</b> | <b>Quantification</b>  |
|-------------------|------------------------|
| <4,5              | Extrêmement acide      |
| 4,6 à 5           | Très fortement acide   |
| 5,1 à 5,5         | Fortement acide        |
| 5,6 à 6,75        | Faiblement acide       |
| 6,75 à 7,3        | Neutre                 |
| 7,4 à 7,8         | Légèrement alcalin     |
| 7,9 à 8,4         | Moyennement alcalin    |
| 8,5 à 9           | Fortement alcalin      |
| >9,1              | Très fortement alcalin |

#### **Annexe 2** : Tableau récapitulatif des normes pour la matière organique

| <b>Taux de la matière organique</b> | <b>Qualification du sol</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 0,7                                 | Sol très pauvre             |
| 0,7 à 1,5                           | Sol pauvre                  |
| 1,5 à 3,0                           | Sol moyennement pauvre      |
| 3,0 à 6                             | Sol bien pourvu             |
| 6                                   | Sol très bien pourvu        |

## ANNEXES

### Annexe 3 : Normes d'interprétations du taux de calcaire pour la qualification du sol

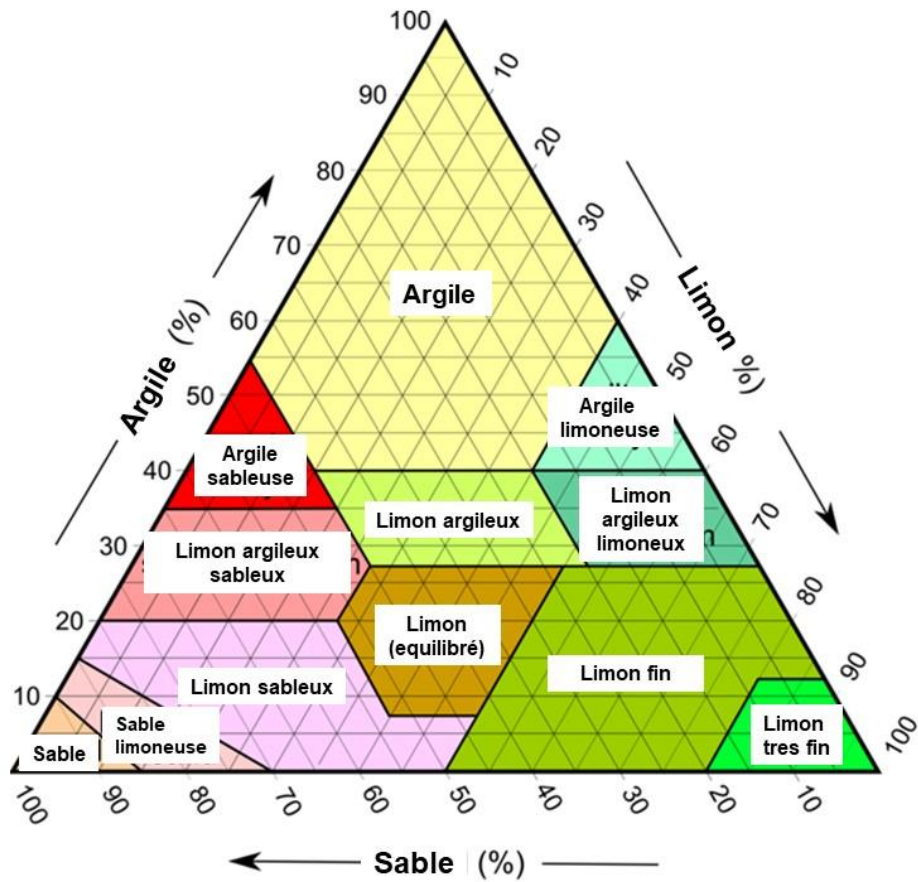
| CaCO <sub>3</sub> | Qualification du sol     |
|-------------------|--------------------------|
| 5 à 12,5          | Faiblement calcaire      |
| 12,5 à 25         | Modérément calcaire      |
| 25 à 37,5         | Assez fortement calcaire |
| 37,5 à 50         | Fortement calcaire       |
| Plus de 50        | Très fortement calcaire  |

### Annexe 4 : Normes d'interprétations de la stabilité structurale

| DMP (mm)  | Stabilité structurale du sol |
|-----------|------------------------------|
| < 0,4     | Très stable                  |
| 0,4-0,8   | Instable                     |
| 0,8 à 1,3 | Moyennement stable           |
| 1,3 à 2   | Stable                       |
| >2        | Très stable                  |

## ANNEXES

### Annexe 5 : Triangle texturale USDA.



**Tableau 5** : Poids moyen de la biomasse aérienne sèche par mètre carré (Ihout et al.,2023)

|  | Types des couverts |           |      |                      |
|--|--------------------|-----------|------|----------------------|
|  | Seigle             | Triticale | Orge | Végétation spontanée |
| Poids moyen sec de la biomasse aérienne par m <sup>2</sup> (g) | 450                | 404       | 386  | 109                  |

## ANNEXES